ルネサス エンジニアフォーラム2013
モータソリューション展

ルネサスの
モータソリューションへの取組み

株式会社ルネサス ソリューションズ
執行役員常務　山田 友右

2013/06/27

© 2013 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.

目次

1. ルネサスが注力するモータ応用分野
   - 「スマート社会」への省エネ実現に向けて
   - 「インバータモータ」の省エネ効果
   - ルネサスが注力する応用分野
2. ルネサスのモータソリューションの強み
   - MCU+アナログ＆パワー+システム技術力
   - 「効率アップ！」の開発環境
3. ルネサスのモータソリューションのラインナップ
4. ルネサスのモータソリューション用MCU、パワーデバイス
   - モータ用MCUの特徴とラインナップ
   - モータ用パワーデバイスの特徴とラインナップ
5. ルネサスのモータドライブ用ミックスド・シグナルIC
   - アナログ、制御MCU内蔵マルチモータドライブ専用DSP
   - HDDドライブ専用IC
   - LED照明用ドライブ専用IC
6. 新しい分野の応用例
   - 自動車分野への応用
   - 個性適応型筋電義手におけるモータ応用
   - 高機能ロボットアームにおけるモータ応用

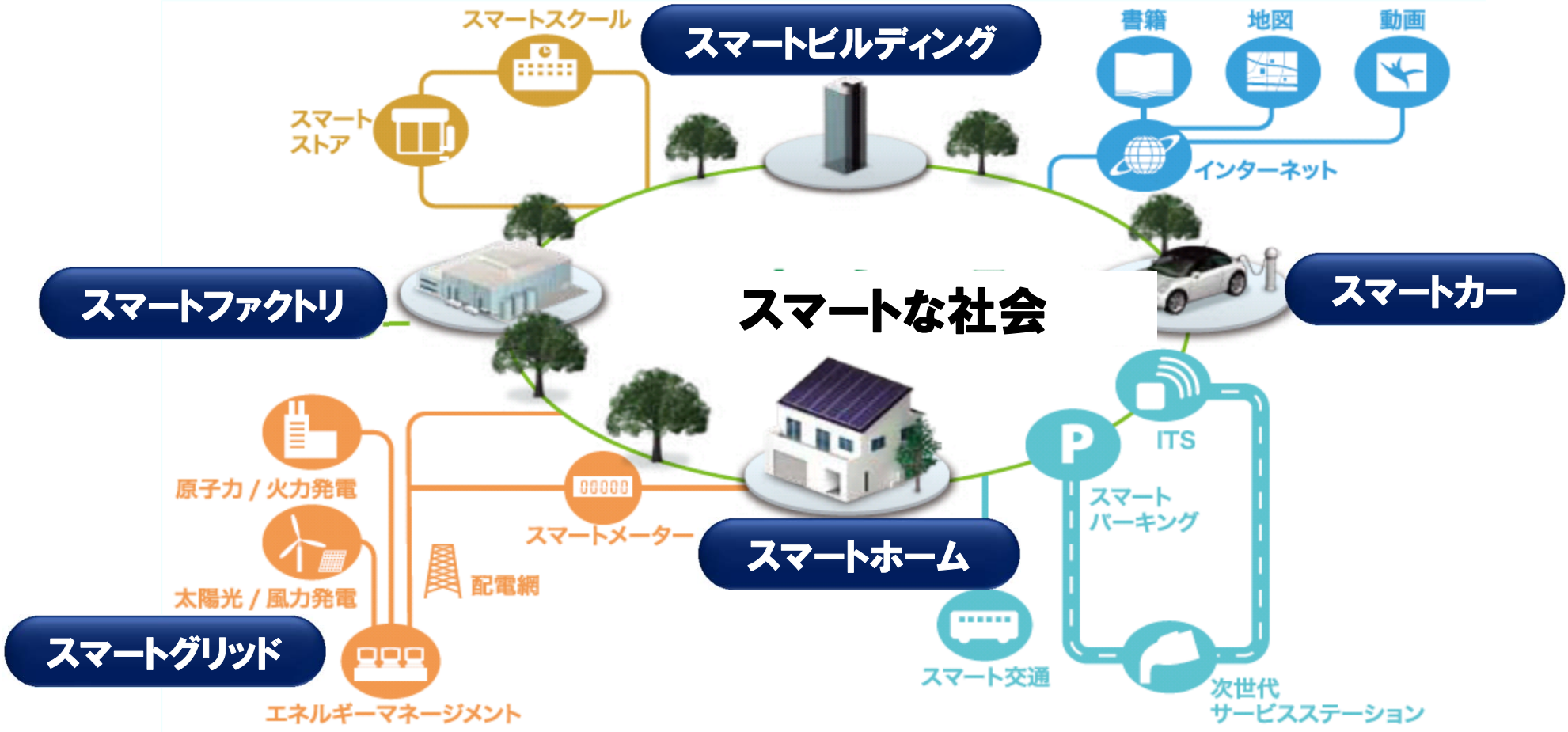
© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

1. ルネサスが注力するモータ応用分野

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「スマート社会」の省エネ実現に向けて－1

■ スマート社会を構成するそれぞれの分野に最適なソリューションを提供、
世界のスマート社会実現に貢献していく



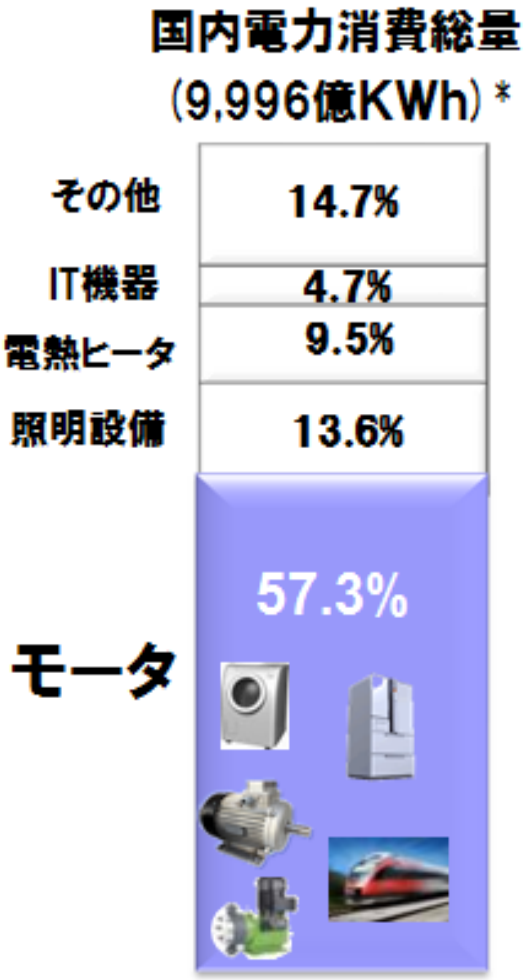
© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「スマート社会」の省エネ実現に向けてー1

★ 省エネルギーの鍵となるモータ

■ モータは私達の生活のあらゆる部分で使われ、国内電力消費の約6割を占めている。
また新興国での需要増も含め、年間100億個以上のモータが消費されている。

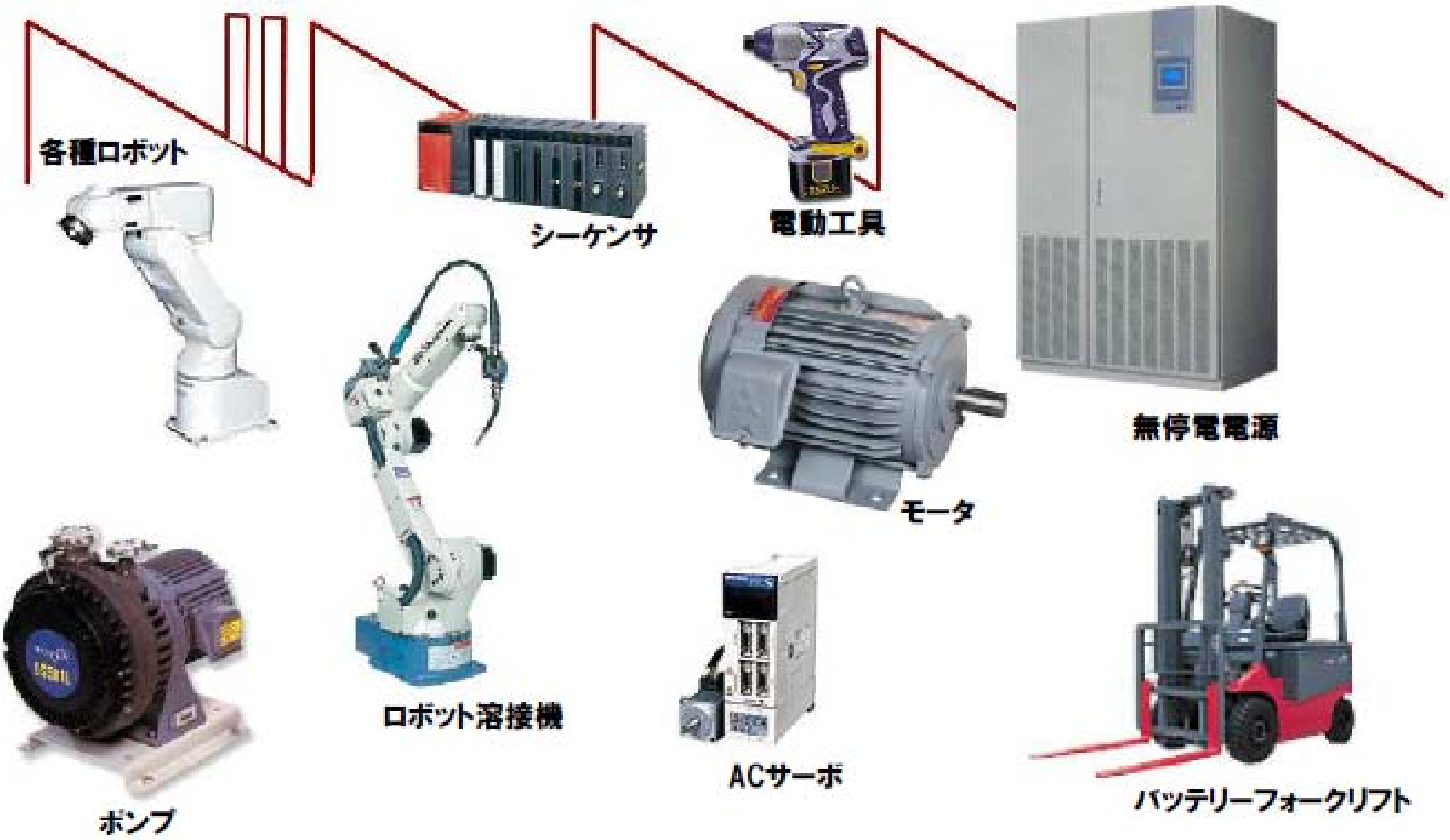
モータは世界各地、あらゆるところで使われている



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「スマート社会」の省エネ実現に向けてー2

★ モータの用途(産業分野)

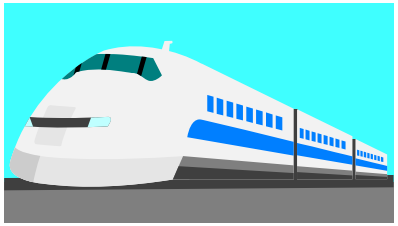


© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「スマート社会」の省エネ実現に向けてー3

★ モータの用途(OA、その他の分野)

交通機関分野



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「スマート社会」の省エネ実現に向けてー4

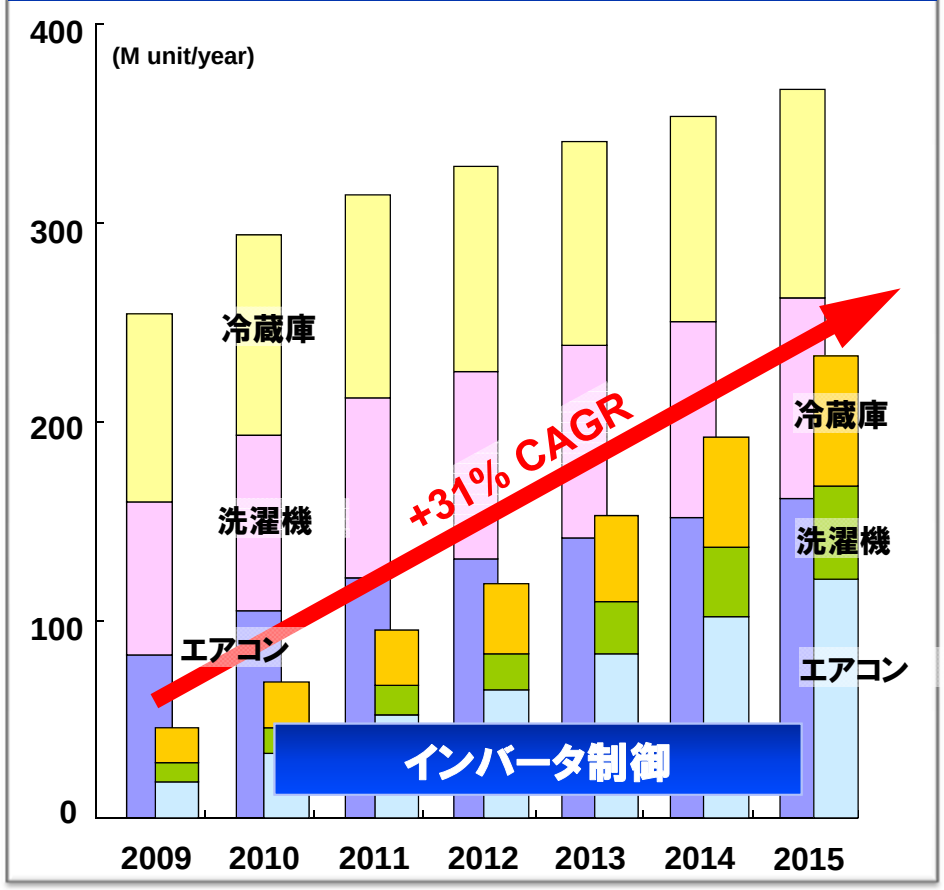
★ モータの用途(家電分野)

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「インバータモータ」の省エネ効果 －1

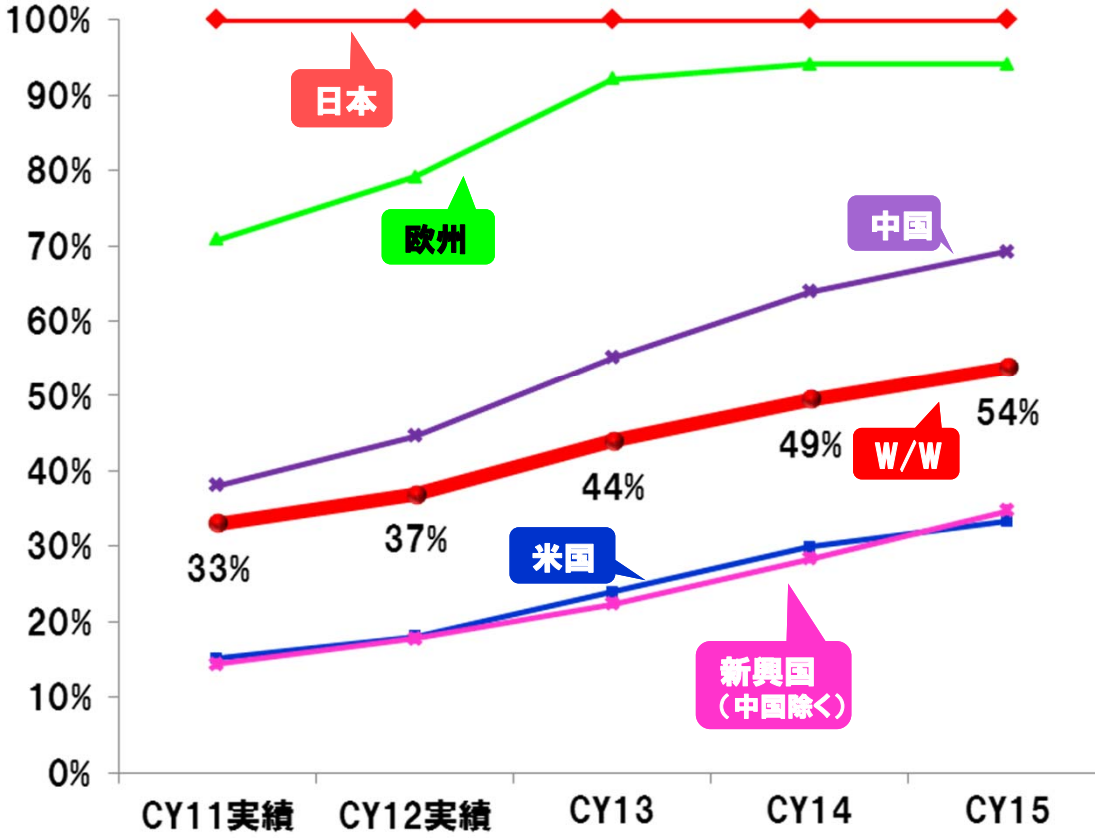
■ モータ家電の省エネ化のため、インバータ制御方式が世界に普及

世界のインバータ家電の需要予測



Source： 統計データに基づくルネサス推定

地域別ルームエアコン インバータ化率推移と予測

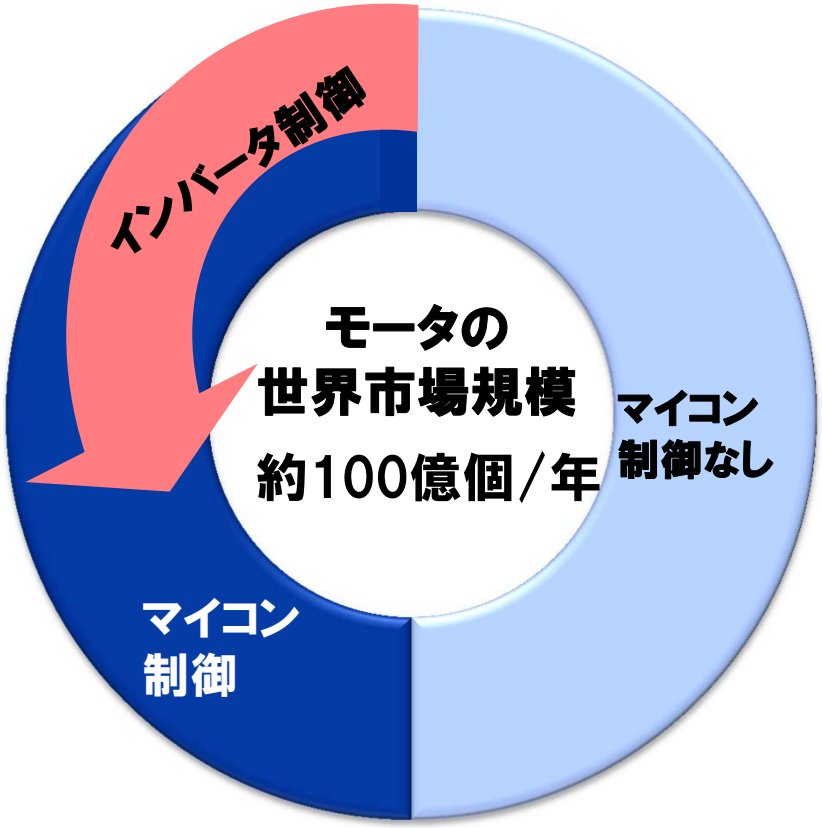


（Source：富士経済）

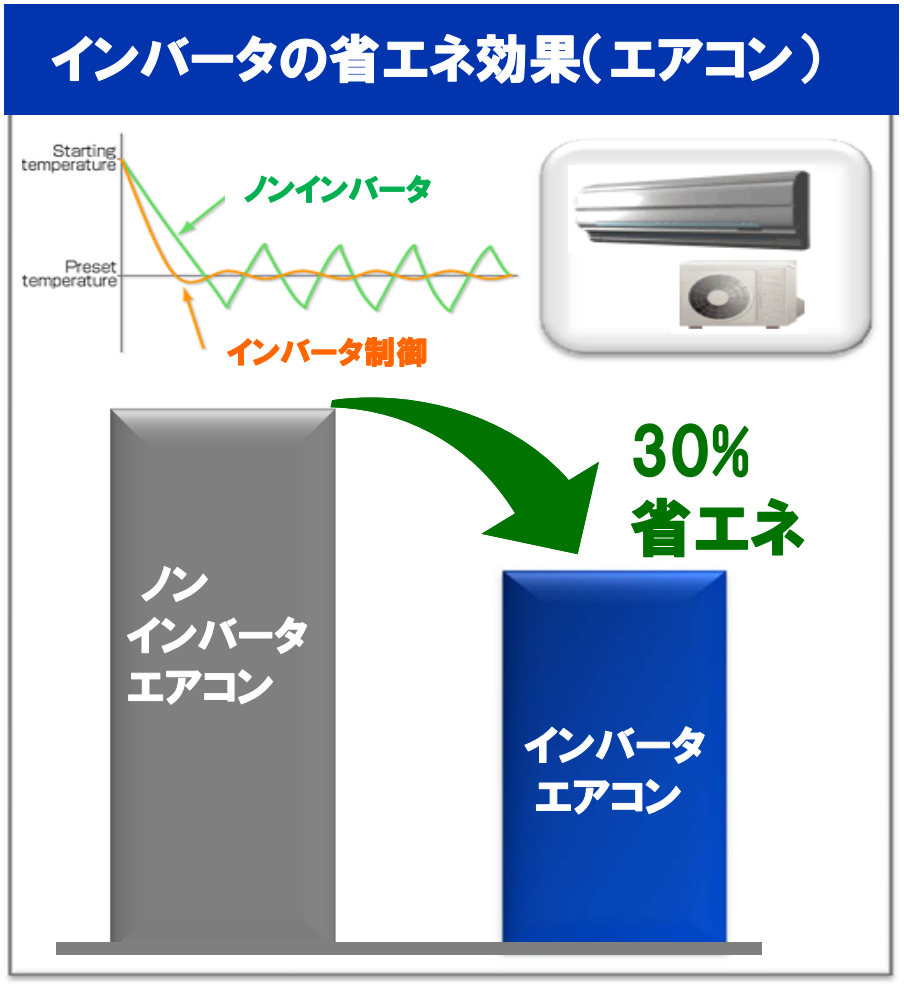
© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

インバータモータの省エネ効果 ー2

■ 世界に出荷されるモータは100億個/年、最大の電力消費分野
モータの省エネにはマイコンによるインバータ制御が不可欠



Source： 統計データに基づくルネサス推定



Source:Fuji Chimera Research Institute, Inc., Renesas

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

ルネサスが注力する応用分野ー1

★ 注力応用分野（インバータ制御で省エネ化）

出力容量(VA)

1M

100k

10k

1k

100

家電

エアコン
室外機

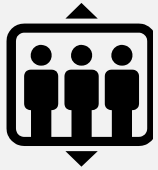
洗たく機

冷蔵庫

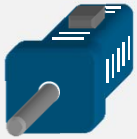
掃除機

エアコン

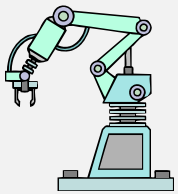
産業



エレベータ



モータ制御



ポンプ

ロボットFA

自動車

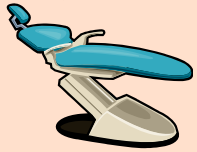
HEV/EV

HVAC
(カーエアコン)

医療

電動ベッド

電動チェア



筋電義手

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

ルネサスが注力する応用分野ー2

★ インバータSW周波数と出力電力から見る最適推奨マイコン

RL78/G14

RX111*, RX220

RX700 +

RX62T, RX63T

+計画中
*開発中

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

ルネサスが注力する応用分野ー3

■ 家電/産業一般からACサーボまで

★ 出力電力から見る最適推奨マイコン

最適なマイコンを選択可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

ルネサスが注力する応用分野ー4

■ マイコンとアナログ＆パワー半導体にソフトウェアを組み合わせ、
省エネ化に最適なインバータ・モータ向けプラットフォームを提供。

低電圧
入力 DC24V, 出力～75W

MCU：RX62T, RX63T,
RX220, RL78/G14
MOSFET：N0412N-S19-AYなど
コンパレータ：UPC393G2など
アンプ：uPC4742G2など

中電圧
入力 DC24V～48V, 出力～1KVA

MCU：RX62T, RL78/G14*
MOSFET：RJK0701DPPなど
コンパレータ：UPC393G2など
アンプ：uPC4742G2など
* 開発中

高電圧
入力 AC85V～220V, 出力～4KVA

MCU：RX62T, RL78/G14
MOSFET：RJQ6015DPMなど
アンプ：uPC4742G2など

インバータ・モータ制御ソフトウェア

BLDCモータ：RL78/G14, RX62T, スカラ制御, ベクトル制御, ホールセンサ利用, エンコーダ利用,
2シャント電流検出センサレス、1シャント電流検出センサレス, …
単相誘導モータ：RL78/G14

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

2. ルネサスのモータソリューションの強み

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

MCU+アナログ＆パワー+システム技術力ー1

■ 世界No. 1の実績を持つマイコンとアナログ＆パワー、豊富なシリーズ品、最適な組み合わせと、システム技術で高性能インバータ制御を実現

★ ルネサスモータソリューションの強み

高機能/高性能マイコン（制御）

モータ向け WWシェア No.1*

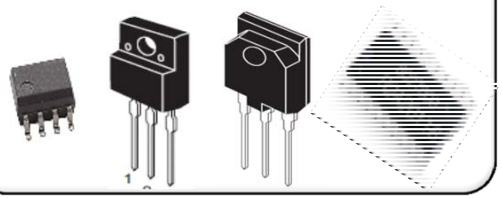
＋

アナログ＆パワー

IGBT　MOSFET

PFC　フォトカプラ

世界最高レベル性能



＋

システム技術

ソフトウエア（制御技術）

アナログ（センサ/ドライブ）

開発環境整備
- アプリケーションノート
- シミュレータ
- DSPライブラリ

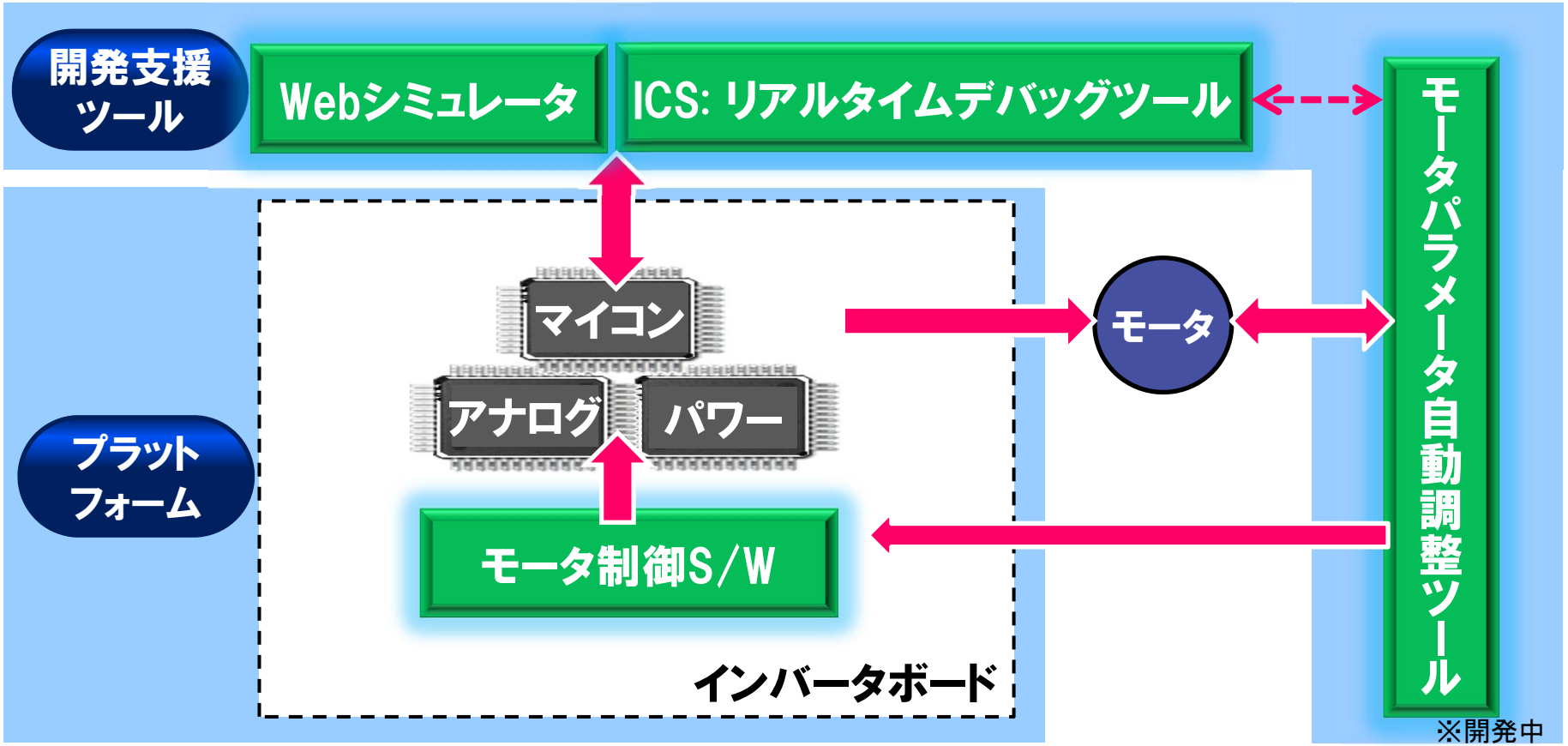
*）シェアは当社推定，

*）IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor，PFC: Power Factor Correction

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

MCU+アナログ＆パワー+システム技術力ー2

★「効率UP！の開発環境」で、システム開発を短期間で実現



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

MCU+アナログ＆パワー+システム技術力ー3

★「新しいパワーデバイスWebサイト」（いつでも、好きな時に、欲しい情報が手に入る）

ようこそ ルネサス HPへ

製品を **探す**

製品を **試す**

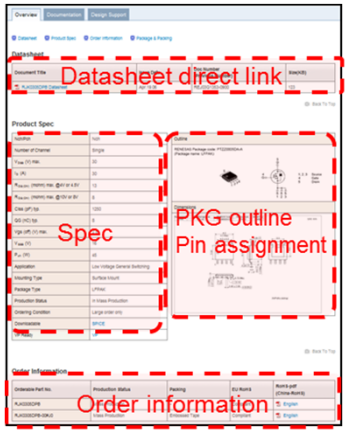
製品を **使う**

パワーデバイス製品ナビゲーション

- 製品ファミリー別
  - ＊ 製品別/ファミリー別検索
- クロスリファレンス
  - ＊ 20,000以上の製品群から相当品を検索
- パラメトリック検索
  - ＊ 検索条件を充実化
- New! Design Topologies
  - ＊ アプリケーション／回路トポロジーから検索

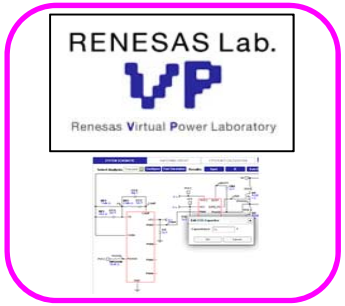
ルネサス推奨パワーデバイス

製品1ページガイド



＊ 製品の主要項目を1ページに要約

シミュレーションによる特性解析



＊ パワーMOSFET用 Webシミュレータ

New!

＊ スイッチング電源用 Webシミュレータ

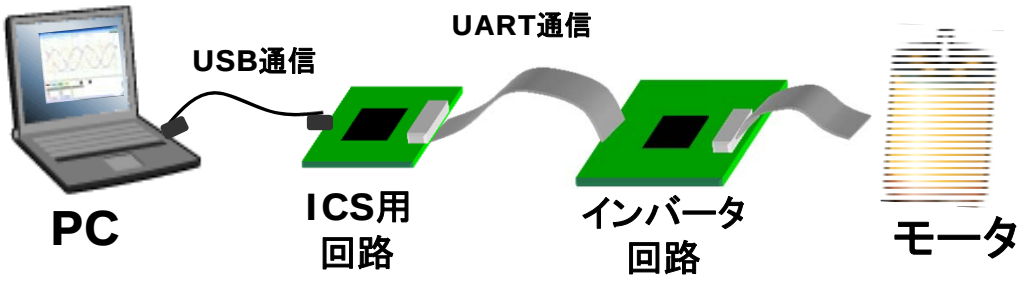
© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

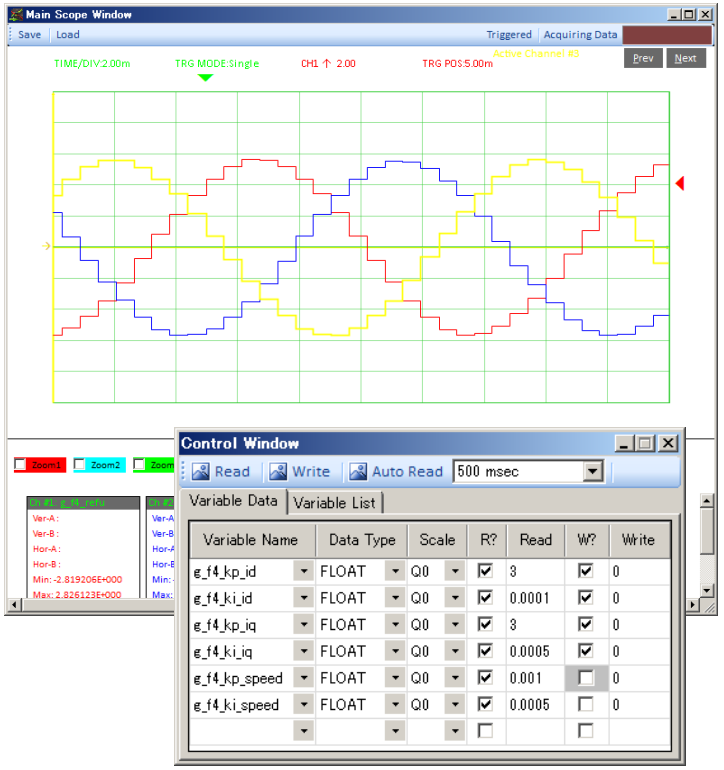
「効率アップ！」の開発環境－1

★ リアルタイム・デバッグ・ツール ICS (In Circuit Scope) 容易に解析＆パラメータ値の調整が可能

◎ モータを動作させながら、変数値をリアルタイムにサンプリングし、最大8chまで波形観測が可能
⇒オシロスコープ相当の機能により、解析効率が大幅に向上

◎ リアルタイムに変数値の書換が可能。パラメータ値の調整が容易





開発期間削減可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

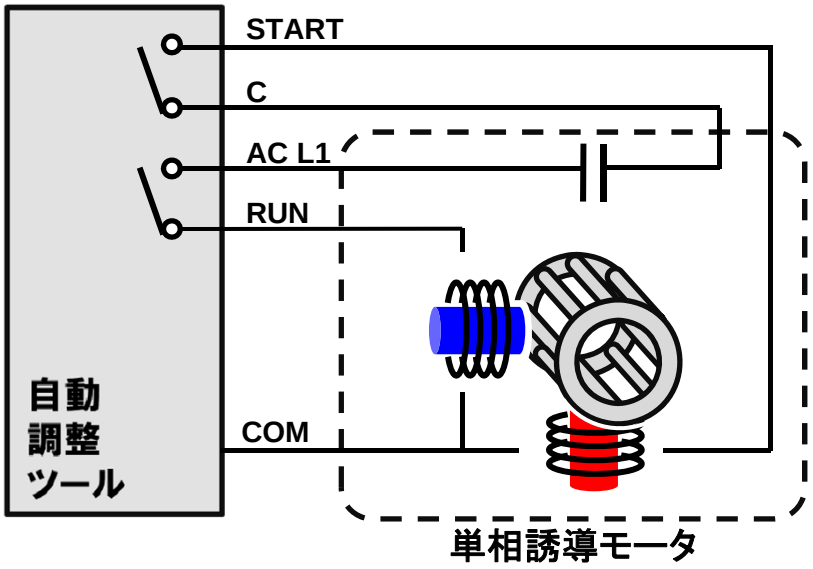
「効率アップ！」の開発環境ー2

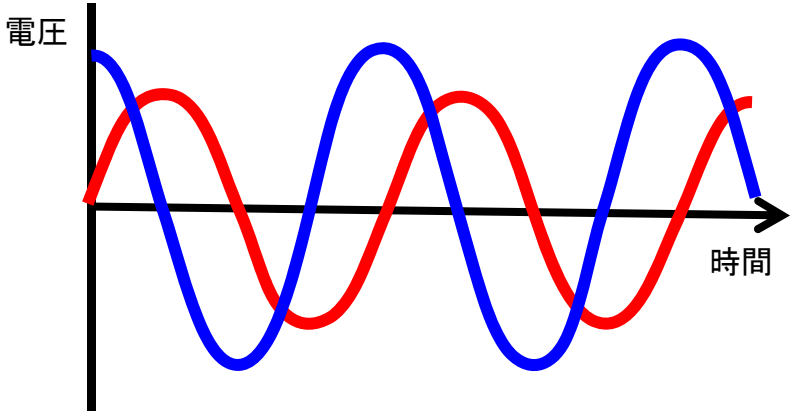
* *: 開発中

★ モータ制御パラメータ自動調整ツール

◎駆動対象モータを自動調整ツールに
接続するだけのシンプルな操作

◎ツールが自動的に最適駆動パラメータ値を
測定・算出し、モータの高効率運転を開始





単相誘導モータの高効率駆動パラメータの探索を自動化

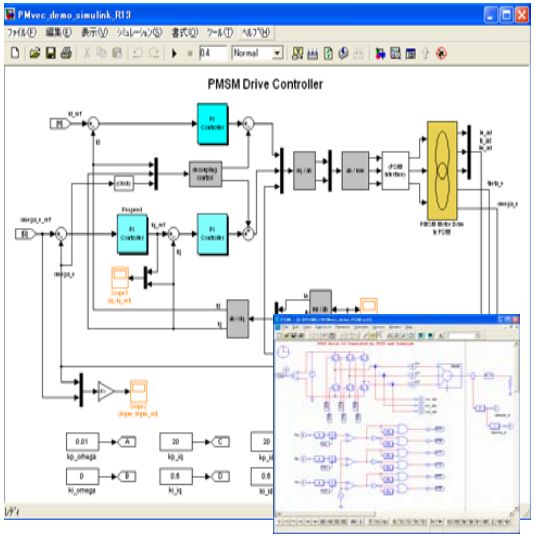
© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「効率アップ！」の開発環境ー3

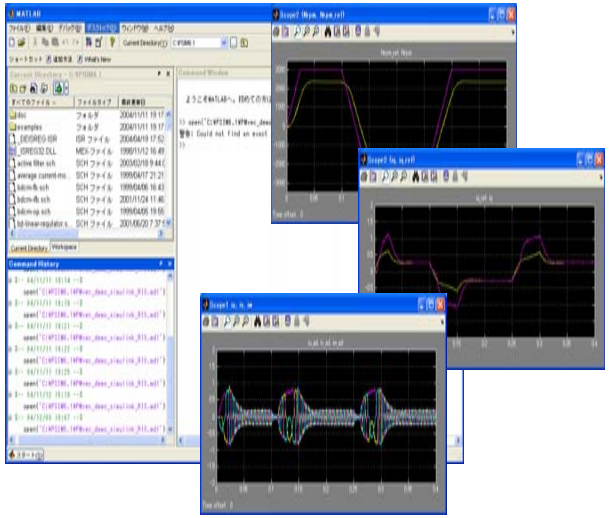
★ モータ制御のモデルベース開発(MATLAB/Simulink)

- モータ制御実環境と等価なモデル環境の実現
- モデル環境からインバータボード上マイコンのソフトウェアを自動生成
- モデルをソフトウェア化した際の精度/性能等を早期に見積もり可能なツールを用意

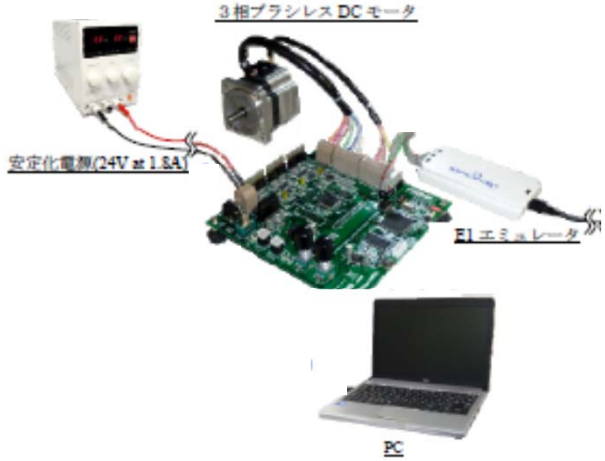
システムのモデル化



MATLABシミュレーション



実機評価



設計品質向上、開発コスト削減、開発期間の短縮

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

「効率アップ！」の開発環境ー4

★ モータ制御のモデルベース開発(MATLAB/Simulink)

シミュレーション環境

実機環境

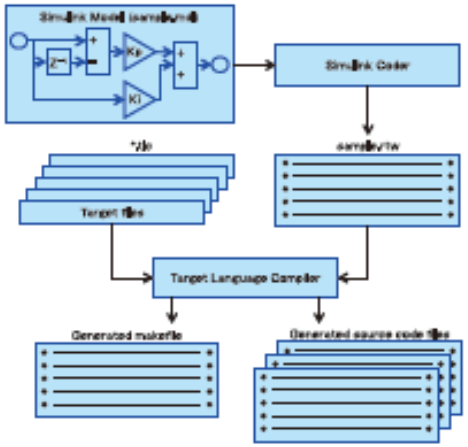
モータ ＋ ルネサス製マイコン RX62T 搭載
低電圧インバータボード

等価

モデル環境

MATLAB / Simulink 上
シミュレーション環境

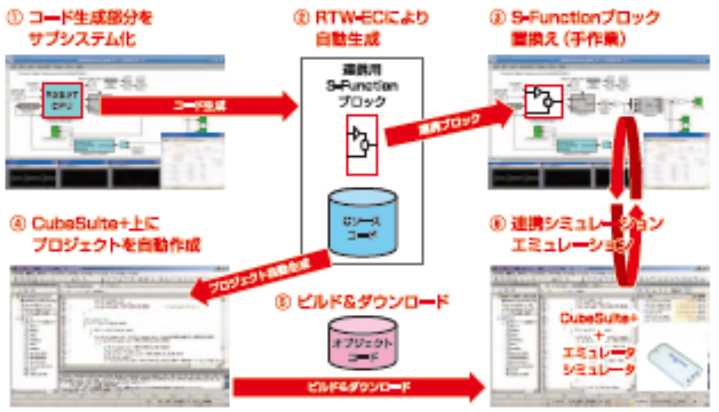
自動コード生成



自動生成したソフトウェアが手修正無しで
インバータボード上マイコンで動作

ECPILS /TLPILS

ECPILS® CubeSuite+ MATLAB連携



モデルをソフトウェア化したときの
精度・処理時間・コードサイズを早期に見積可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

3. ルネサスのモータソリューションのラインナップ

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

インバータ・モータ　キットソリューション

システム名	ボード搭載デバイス			用途
	MCU	Analog	Power	
RL78/G14 高電圧インバータ	RL78/G14	OPAMP:uPC4742G2	IGBT:RJQ6015DPM, RJH60D2DPP	2.5KVA:エアコン・コンプレッサ（～8畳） 300VA:冷蔵庫・コンプレッサ
RX220+PFC 高電圧インバータ	RX220	OPAMP:uPC4742G2 PFC:R2A20114AFP	IGBT:RJH60F6DPQ-A0 UFRD:RJU6053TDPP-EJ	2KVA:エアコン・コンプレッサ（～6畳） 4KVA:産業用モータ
RX63T+PFC 高電圧インバータ	RX63T	OPAMP:uPC4742G2 PFC:R2A20114AFP	IGBT:RJH60F6DPQ-A0, RJQ6018DPM UFRD:RJU6053TDPP-EJ	2.5VA:インバータ制御 1.5KVA:PFC制御
RX62T 高電圧インバータ	RX62T	OPAMP:uPC4742G2 PFC:R2A20114AFP	IGBT:RJH60F6DPQ-A0, RJH60D5DPQ-A0 UFRD:RJU6053TDPP-EJ	エアコン・コンプレッサ（～14畳） 産業用モータ
高電圧インバータ プラットフォーム	RX62T RX111 RL78/G14	OPAMP:uPC4742G2	IGBT:RJH60D7DPM	エアコン・コンプレッサ（～14畳） 産業モータ
中電圧・大電流 インバータ	RX62T RX111 RX78/G14	OPAMP:uPC4742G2	MOSFET:RJK0701DPP	電動工具 産業モータ
冷蔵庫ソリューション	RX62T	OPAMP:HA1630D06 Triac:BCR8LM-12LB, BCR3AS-12A	IGBT:RJH60D1DPE MOSFET:RJL6012DPE Phots:PS9505L3, PS7160L-1A	冷蔵庫・コンプレッサ 白物家電
低電圧モータ向け ソリューション・キット	RX62T RL78/G14	OPAMP:uPC4742G	MOSFET:N0412N	低電圧モータ評価システム

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

RL78/G14 高電圧インバータ

■ AC誘導モータ/ブラシレスDCモータのインバータ制御で機器の低消費電力を実現

特長　リアルタイムデバックツールICS(In Circuit Scope)を搭載

用途	2.5KVA: **エアコン・コンプレッサ（～8畳程度）** 300VA:　**冷蔵庫・コンプレッサ** **などの製品試作・評価用**
制御方式	ACIM(**単相誘導モータ**)**制御** BLDC: **ホールセンサ付き**120**度通電制御** BEMF(**センサレス**)120**度通電制御** **センサレス**180**度通電制御**(1shunt, 3shunt)
搭載デバイス	MCU: RL78/G14 (64KB) IGBT: RJQ6015DPM, RJH60D2DPP*　*2.5KVA**用のみ** OPAmp: uPC4742G2

300VA**用**
PN: HVINV-SP4S

2.5KVA**用**
PN: HVINV-SP4L

(株)デスクトップラボから販売中

http://desktoplab.co.jp/index.html

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

RX220 + PFC 高電圧インバータ

■ AC誘導モータ/ブラシレスDCモータのインバータ制御で機器の低消費電力を実現

特長　リアルタイムデバックツールICS(In Circuit Scope)を搭載

用途

2KVA: **エアコン・コンプレッサ(～6畳程度)**
4KVA: **産業用モータ**
などの製品試作・評価用

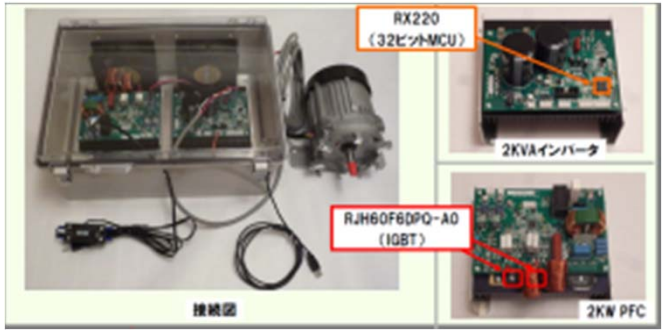
制御方式

ACIM(**単相誘導モータ**)**制御**
BLDC**センサレス**180**度通電制御**(3shunt)

搭載デバイス

MCU: RX220
PFC IC: R2A20114AFP
IGBT: RJH60F6DPQ-A0
UFRD: RJU6053TDPP-EJ
OPAmp: uPC4742G2

2KW**用**



4KW**用**

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

RX63T ＋ PFC 高電圧インバータ

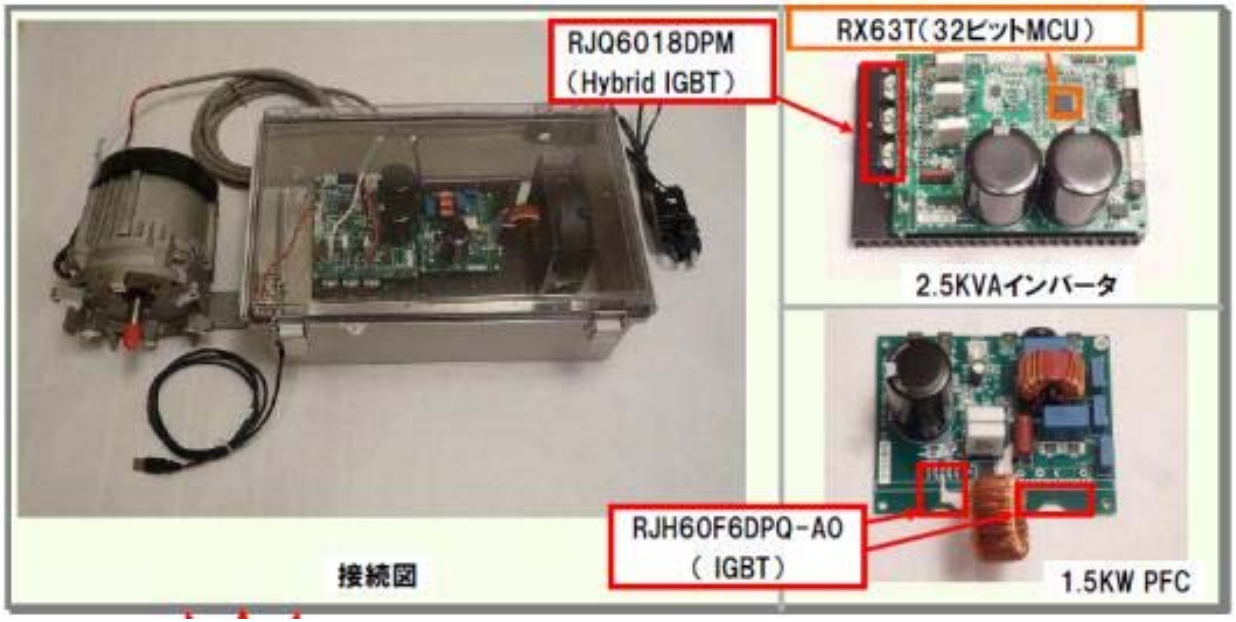
■ AC誘導モータ/ブラシレスDCモータのインバータ制御で機器の低消費電力を実現

特長　リアルタイムデバックツールICS(In Circuit Scope)**を搭載**

用途
2.5KVA: **インバータ制御**
1.5KVA: PFC**制御**
などの製品試作・評価用

制御方式
ACIM(**単相誘導モータ**)**制御**
BLDC**センサレス**180**度通電制御**
(3shunt)

搭載デバイス
MCU: RX63T
PFC IC: R2A20114AFP
IGBT: PFC**用**RJH60F6DPQ-A0
　　インバータ用RJQ6018DPM
UFRD: RJU6053TDPP-EJ
OPAmp: uPC4742G2



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

RX62T 高電圧インバータ

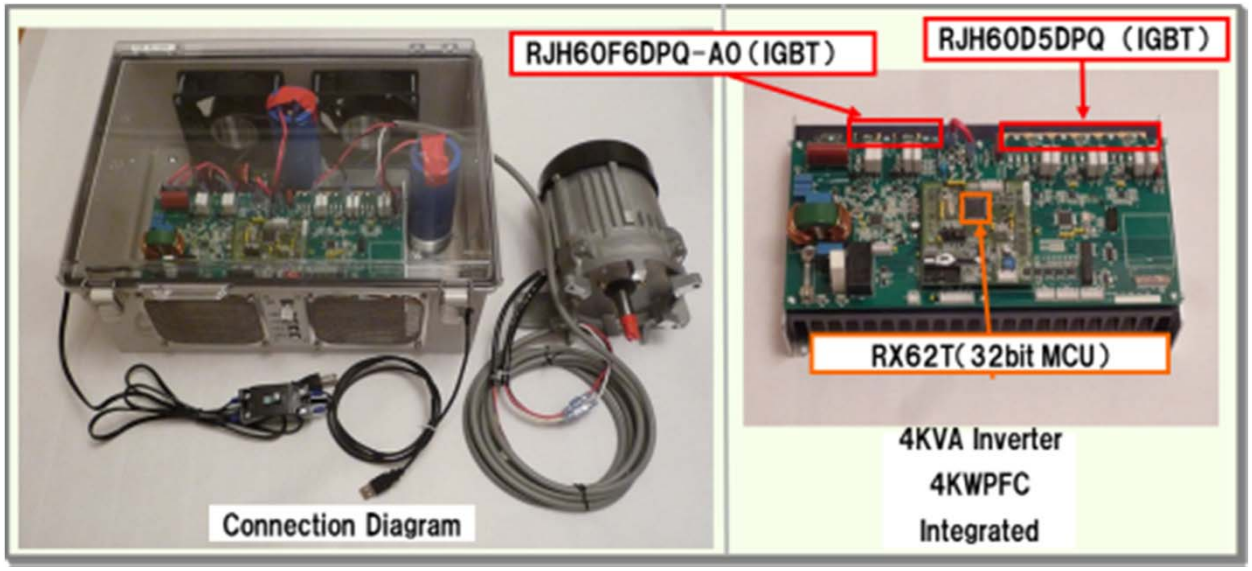
■ AC誘導モータ/ブラシレスDCモータのインバータ制御で機器の低消費電力を実現

特長　リアルタイムデバックツールICS(In Circuit Scope)を搭載

用途　**エアコン・コンプレッサ(～14畳程度)**
産業用モータ　などの
製品試作・評価用

制御方式　ACIM(**単相誘導モータ**)**制御**
BLDC**センサレス**180**度通電制御**
(3shunt)

搭載デバイス
MCU: RX62T
PFC IC: R2A20114AFP
IGBT: PFC**用**RJH60F6DPQ-A0
インバータ用:
RJH60D5DPQ-A0
UFRD: RJU6053TDPP-EJ
OPAmp: uPC4742G2



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

高電圧インバータプラットフォーム

開発中

■ AC誘導モータ/ブラシレスDCモータのPFC，インバータ制御で機器の低消費電力を実現

特長　リアルタイムデバックツールICS(In Circuit Scope)を搭載

用途	**エアコン・コンプレッサ（～14畳程度） 産業モータ　など**
H/W**仕様**	4KW**高電圧インバータ** Plug-in CPU card

対応CPU Card

RX62T	Now
RX111	**開発中**
RL78/G14	**開発中**

日程：　インバータ基板の量産受付：2013/9**月**/E**（予定）**

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

中電圧・大電流インバータ

開発中

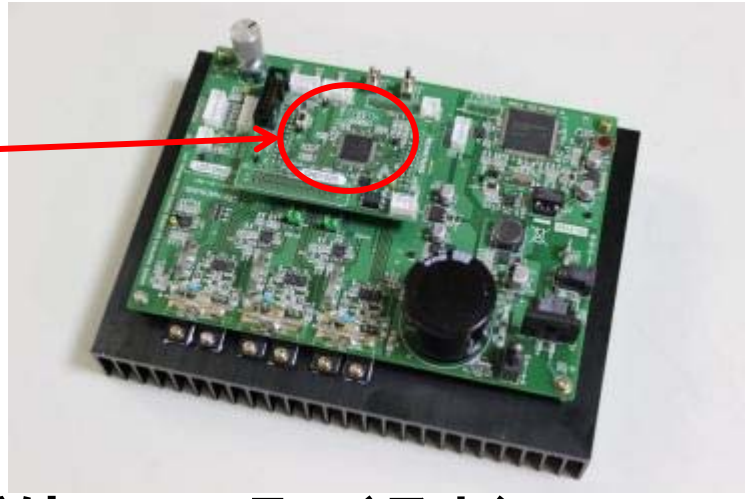
■ バッテリ駆動モータのインバータ制御で 機器の高出力化と低消費電力を実現

特長　リアルタイムデバックツールICS(In Circuit Scope)を搭載

用途　　**電動工具、産業モータ　など**

H/W**仕様**　　**中電圧・大電流インバータ**
入力 DC24V～48V　**出力**～1KVA
Plug-in CPU card

対応CPU Card	
RX62T	Now
RX111	**開発中**
RL78/G14	**開発中**



注） ボードは感電防止の為ケースまたはアクリルカバーが付きます。

日程：　インバータ基板の量産受付：2013/9**月**/E**（予定）**

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

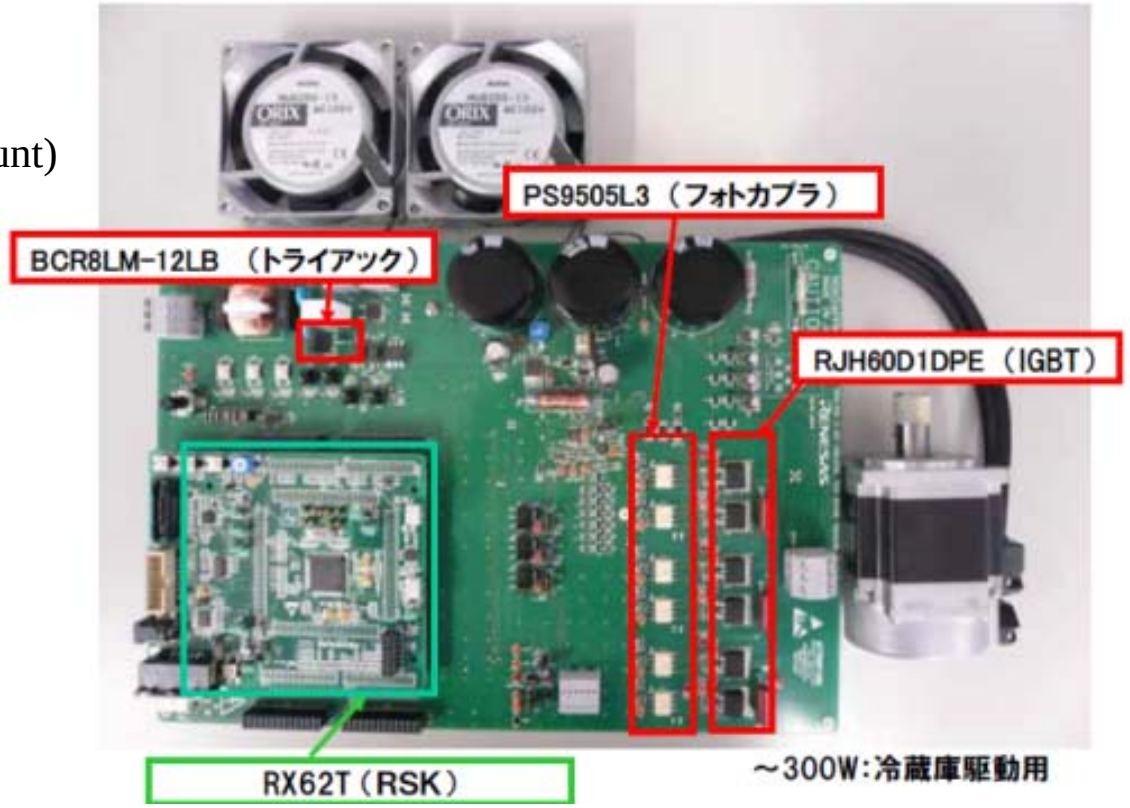
A&P製品搭載　冷蔵庫ソリューション

■ 制御用マイコンとアナログ＆パワーデバイスによる冷蔵庫向けソリューション

用途　冷蔵庫・コンプレッサ
白物家電　などの製品試作・評価用

制御方式 BLDC**センサレス**180**度通電制御**(3shunt)

搭載デバイス
MCU: RX62T
IGBT: RJH60D1DPE
MOSFET: RJL6012DPE
Phots: PS9505L3, PS7160L-1A
npn Tr.: 2SC1623A
OPAmp: HA1630D06
Triac: BCR8LM-12LB, BCR3AS-12A



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

低電圧モータ向けソリューション・キット

■ 低電圧24VのBLDCモータ制御を試行できるキットを発売中!!

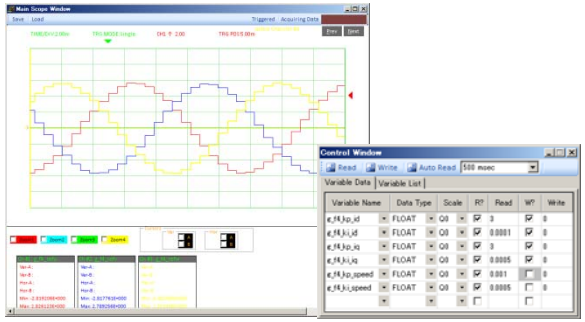
キット内容

- ●低電圧モータ制御ボード
- ●BLDCモータ
- ●E1エミュレータ
- ●接続ケーブル 類
- ●クイック・スタート・ガイド
- ●DVD-ROM

購入後すぐに モータ動作可能

- ➢ドキュメント: 取扱説明書、アプリケーション・ノートなど
- ➢統合開発環境: CubeSuite+ （V1.03 無償評価版）
- ➢サンプル・プログラム インバータ制御によるモータ駆動ソフトウェアを同梱

リアルタイムデバッグツール ICS 利用可能:
PC上で出力波形、各種パラメータを観測可能



同梱サンプルソフトウエア、アプリケーション・ノート

- ●RX62T版
  センサレスベクトル180度通電制御
- ●RL78/G14版
  ホールセンサ120度通電制御
  BEMFセンサレス120度通電制御
  センサレスベクトル180度通電制御

補足）In Circuit Scope のソフトは、当キットには含まれておりません
当社Webの本製品ページからダウンロード頂けます。

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

4. ルネサスのモータソリューション用MCU、パワーデバイス

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUとパワーデバイスの特徴とラインナップ

★ ルネサスの高性能MCU、パワーデバイスでモータドライブ高性能化

ドライブ機器の高性能化ニーズ

電力効率向上

- ●インバータ制御による最適化駆動
- ●低損失パワーデバイスによる電力効率改善

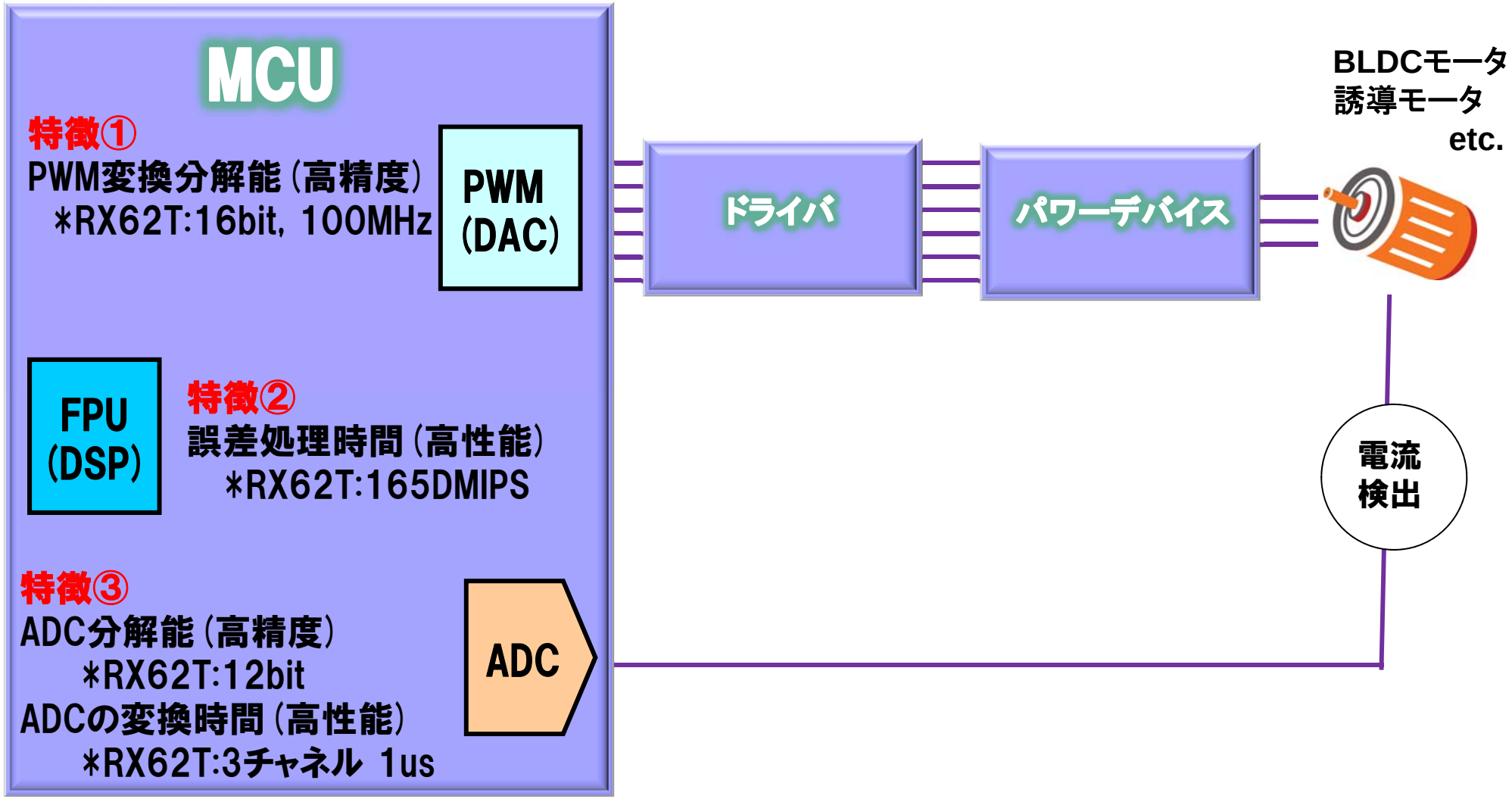
高速追従性 高精度化

- ●高度なモータ制御アルゴリズムの実現
- ●モータ駆動用パワーデバイスの高速化

- 高性能モータドライブに必要な全ての性能を満たす
  “RX62Tマイコン”
- エントリーモデルに最適なモータ駆動タイマ内蔵
  “RL78/G14マイコン”
- 世界最高水準の高速 SJ-MOS
  “RJL60S5シリーズ”
- 業界最高レベルの低損失を実現
  “IGBT G6Hシリーズ”

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUの特徴とラインナップ-1



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUの特徴とラインナップ-2

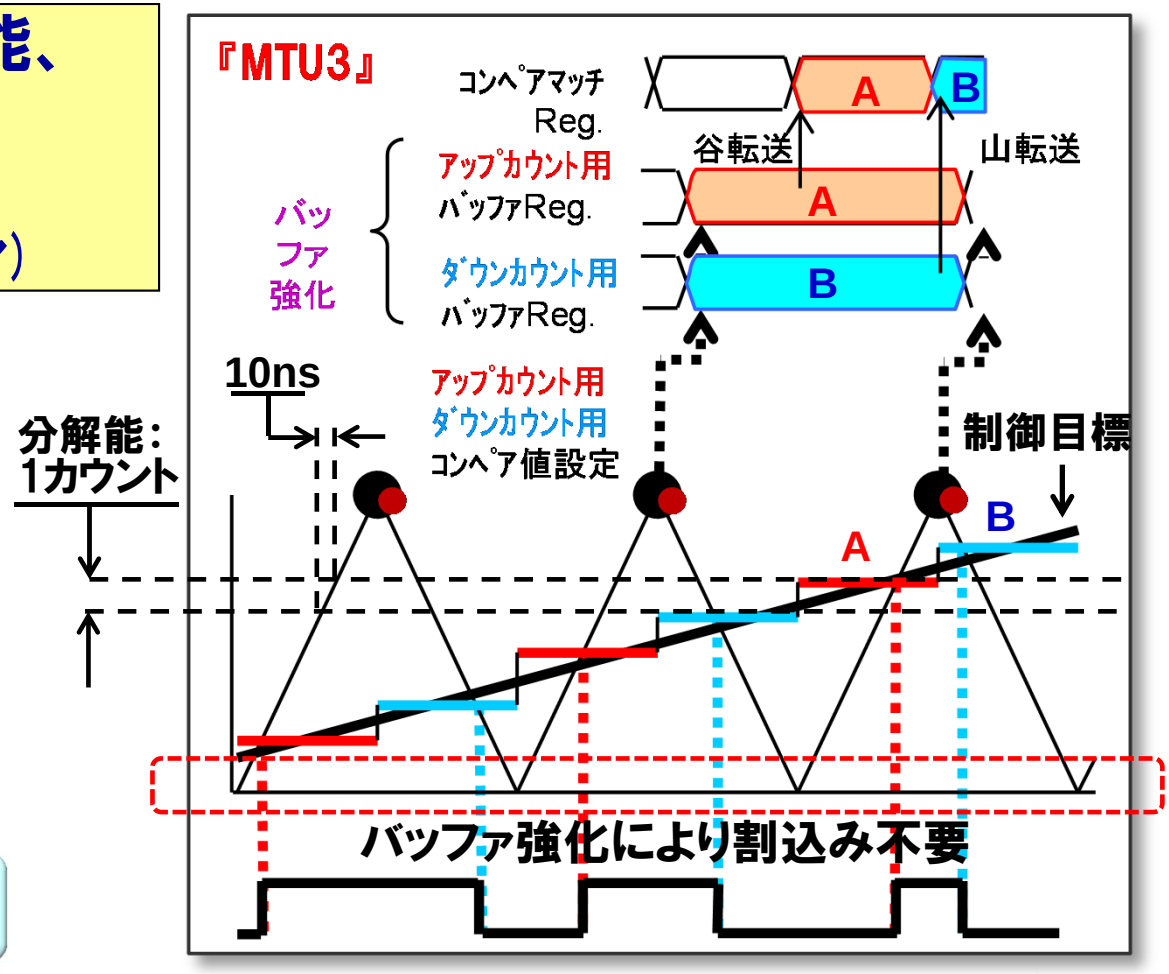
★ インバータ制御向けマイコン(RX62T/RX63Tの特徴①)

■ モータ駆動に適した、高分解能、
高精度なPWMタイマを搭載
（動作周波数　100MHz
最小分解能　10ns,　16bitタイマ）

ダブルバッファ機能搭載

一度の割込みで左右非対称の
PWM出力設定
（割り込み回数が半減）

インバータ制御の負荷軽減機能



ソフトウェアの簡素化が可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUの特徴とラインナップ-3

★ インバータ制御向けマイコン(RX62T/RX63Tの特徴②)

■ FPU搭載により、PID，ベクトル演算などの浮動小数点演算も高精度で処理可能

IEEE754準拠
単精度FPU搭載

汉用レジスタを使用した
浮動小数点加算/減算/乗算
/除算/整数変換命令サポート
(ロード/ストア命令の削減)

```
register signed long temp0, temp1;
/* d, direct component */
temp0 = mul_w(alpha, cos(SystemPhase));
temp1 = mul_w(beta, sin(SystemPhase));
temp0 += temp1;
*d = temp0 >> SHFT_angle;
/* q, quadrature current component */
temp0 = mul_w(beta, cos(SystemPhase));
temp1 = mul_w(alpha, sin(SystemPhase));
temp0 -= temp1;
*q = temp0 >> SHFT_angle;
```

効率的な小数点演算が可能

```
register signed long temp0, temp1;
/* d, direct component */
*d = alpha * cosf(th) + beta * sinf(th);
/* q, quadrature current component */
*q = beta * consf(th) - alpha * sinf(th);
```

ソフトウェアの簡素化が可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUの特徴とラインナップ-4

★ インバータ制御向けマイコン(RX62T/RX63Tの特徴③)

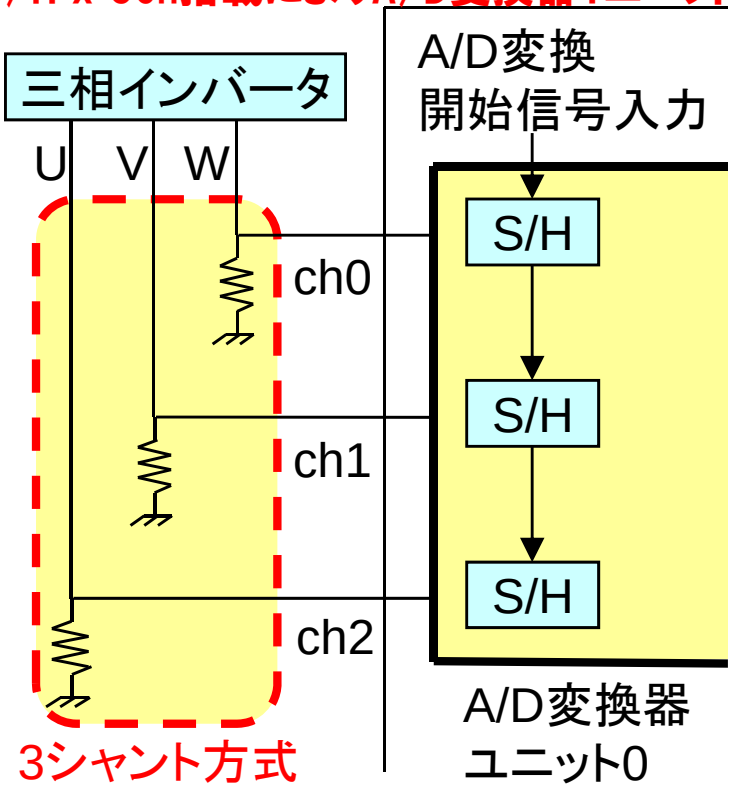
■ **豊富なAD機能搭載で、センサレスに必要なシャント電流の取得も簡単**
(3ch同時サンプルホールド回路、ADのディレイトリガ機能)

サンプルホールド回路 3チャネル搭載

ADコンバータ1ユニットで
3チャネル同時サンプリング

インバータ制御の負荷軽減機能

S/H x 3ch搭載によりA/D変換器1ユニットで実現



A/Dトリガ:A/D変換開始信号
S/H:サンプル＆ホールド回路

ソフトウェアの簡素化が可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUの特徴とラインナップ-5

★ インバータ制御向けマイコン(RX62T/RX63Tのその他の特徴)

■ 国際安全規格への対応強化：自己診断ハードウェア

CAC
システムクロックの
周波数以上を検出

DOC
RAMの故障検出機能

独立WDT
システムクロック異常時
独立WDT により
システム復旧が可能

CRC
シリアルの通信エラー検出

RWP
システムに関係する
レジスタの保護

発振停止検出回路
発振停止検出時 、自動的
に内蔵OCOに切換え、
システムを復旧

断線検出機能
センサー等の断線を検出。
システムの誤動作を
未然に防止

自己診断
自己診断によりADCの
故障を検出

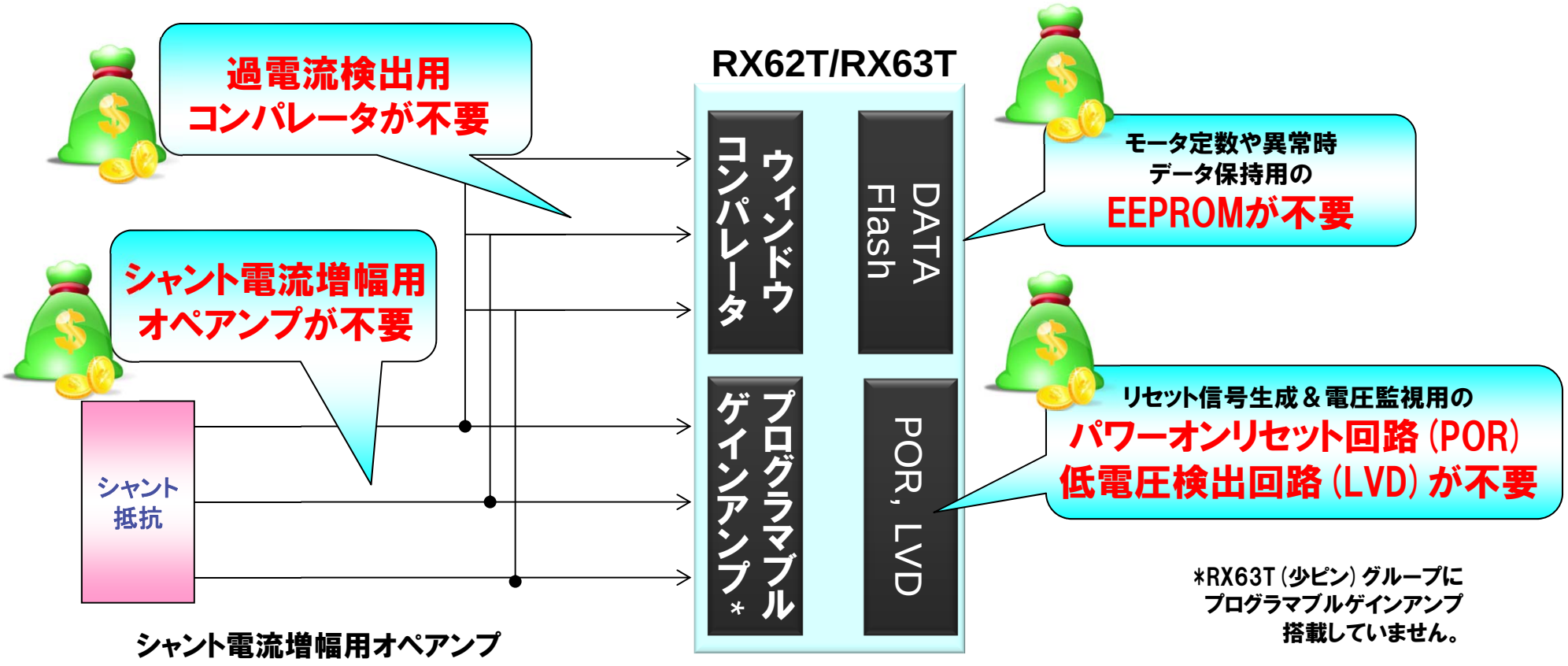
少ないソフトウェア負荷で安全規格に対応可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

モータ用MCUの特徴とラインナップ-6

★ インバータ制御向けマイコン(RX62T/RX63Tのその他の特徴)

■ アナログ部品を多数内蔵化



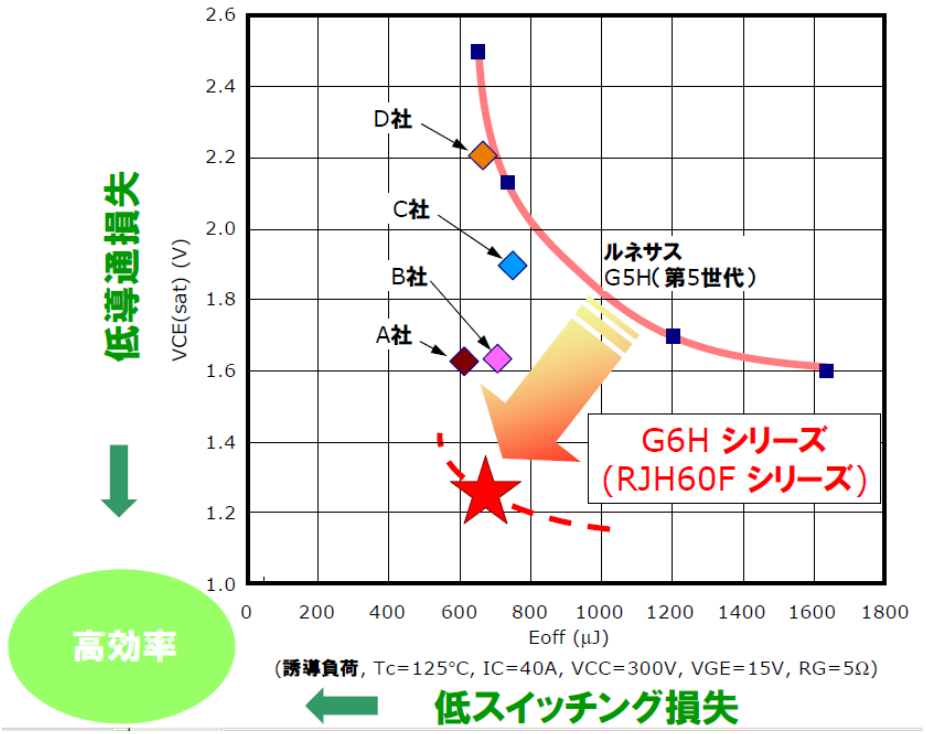
システムコストを削減可能

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

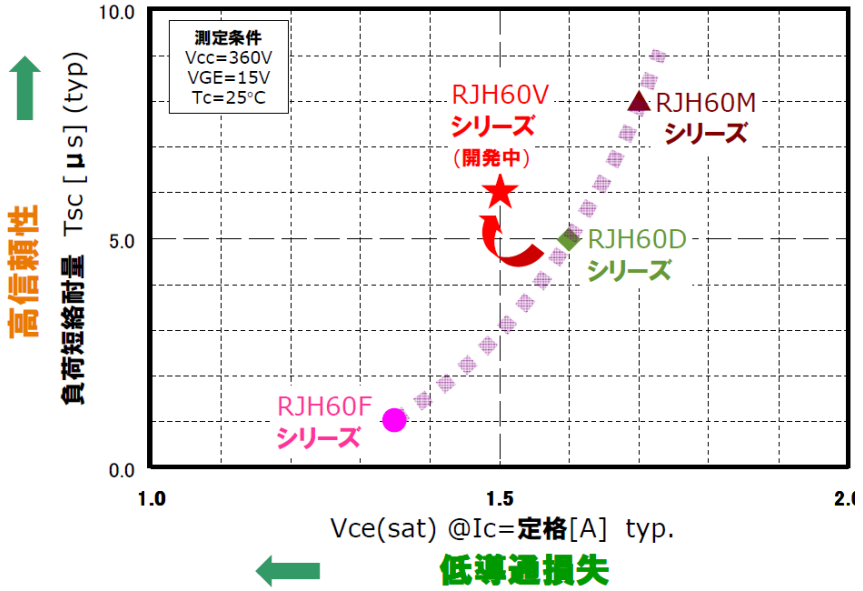
モータ用パワーデバイスの特徴とラインナップ－1

★ インバータ制御向けIGBT

■ 高効率



■ 高信頼度



小型パッケージ
高速逆回復ダイオード内蔵

インバータに最適な製品を用意

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

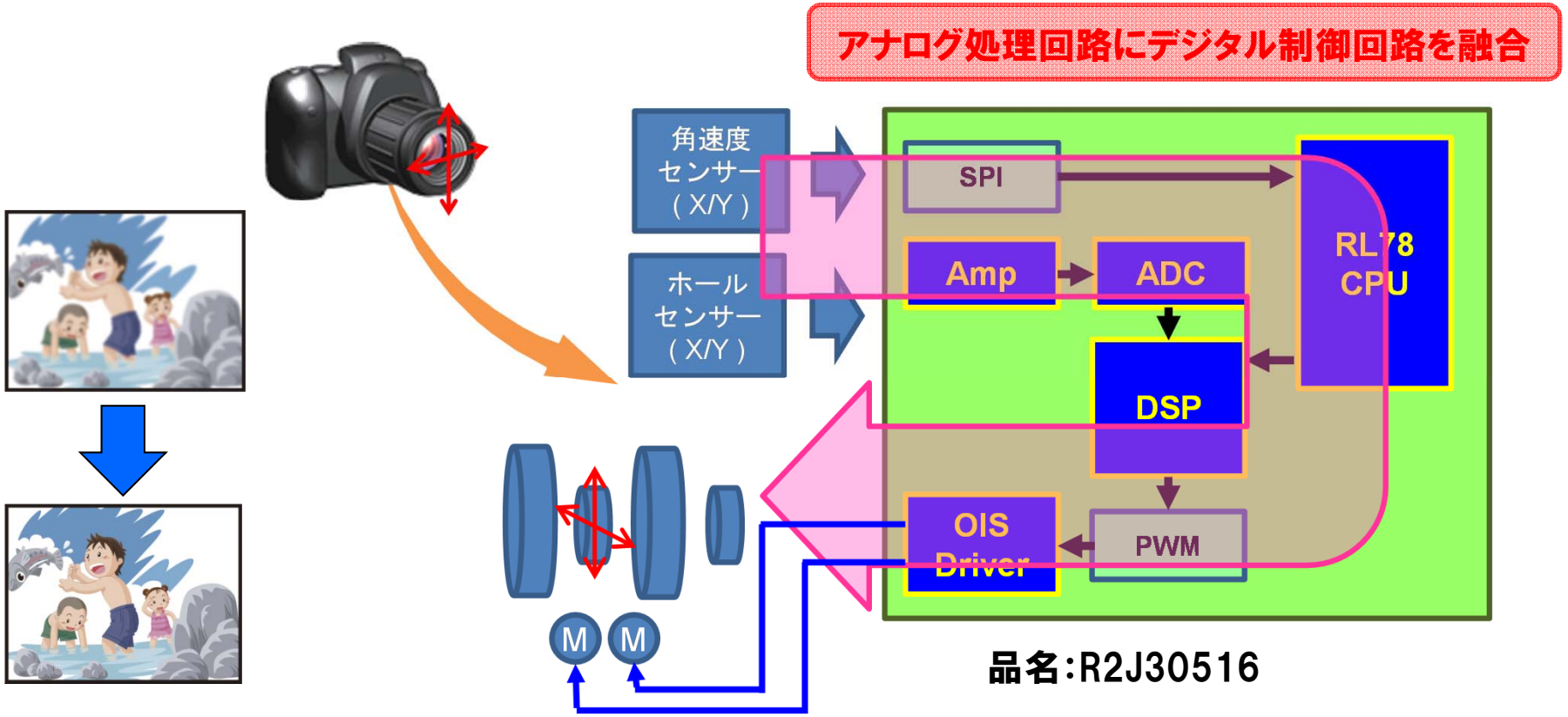
5. ルネサスのモータドライブ用ミックスド・シグナルIC

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

アナログ、制御MCU内蔵マルチモータドライブ専用DSP

■ アナログ技術がCPU,DSP機能と融合することでセンサーなどで検知された微小な変化量をリアルタイムに高速処理し、システムにフィードバックすることを容易に実現。

応用例：OIS（Optical Image Stabilizer）技術



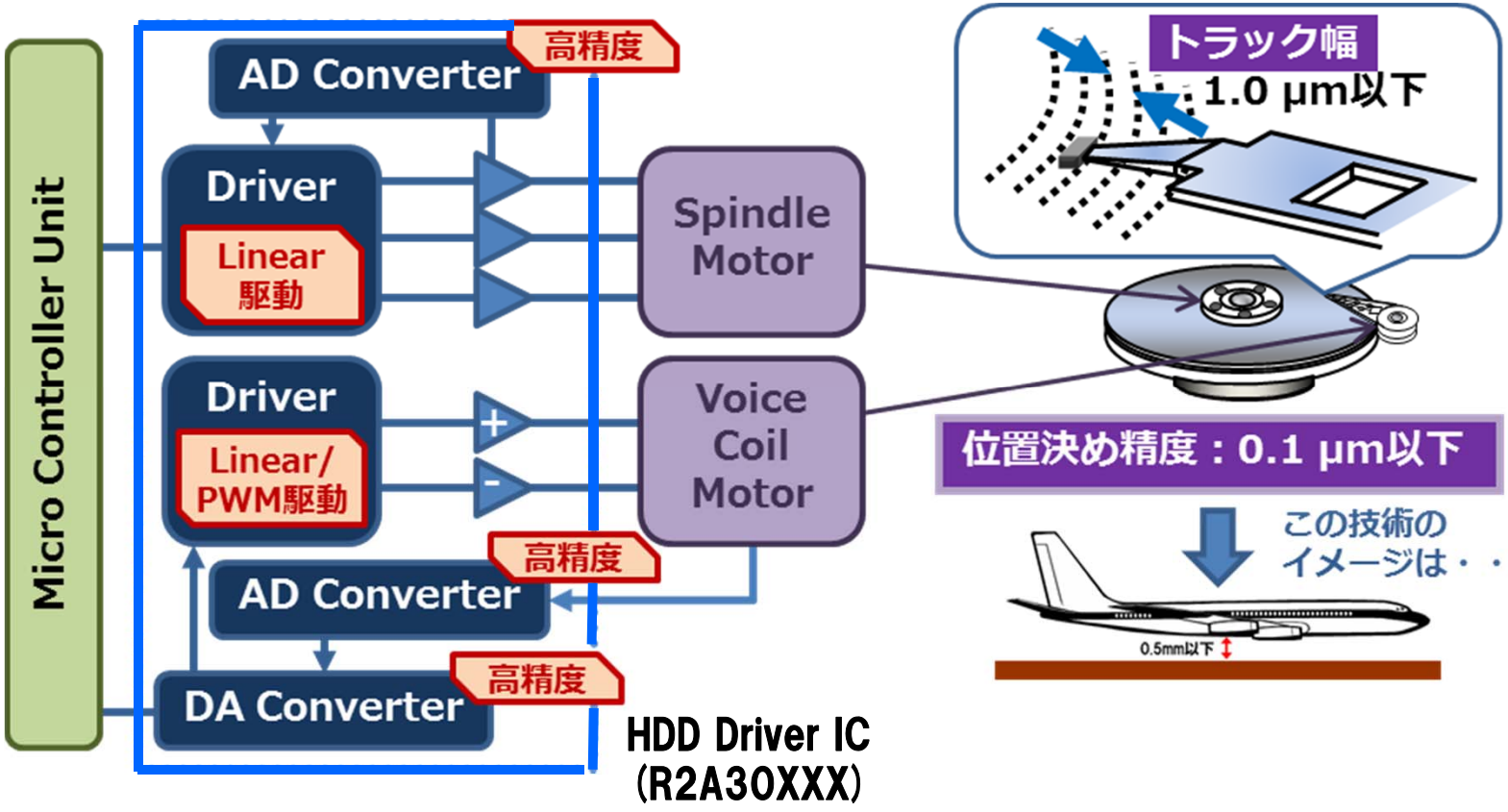
品名：R2J30516

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

HDDドライブ専用IC

■ 高分解能ADC/DACと組合せで高速・高精度に駆動可能なドライバ技術

応用例：スピンドルモーター/VCM駆動制御技術



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

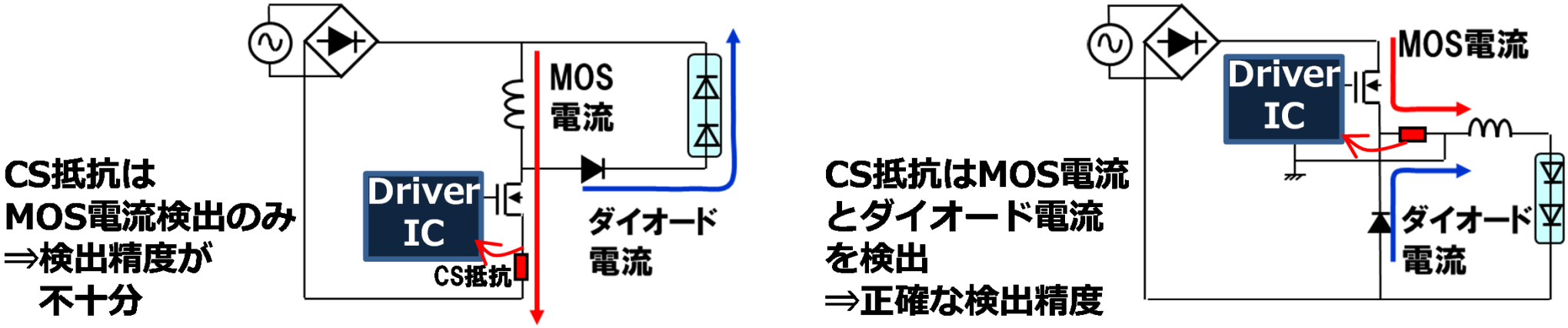
LED照明用ドライブ専用IC

- 1チップでPFC (Power Factor Correction) 制御とLED定電流制御を実現
- PFC制御したドライバ回路により、高調波電流を抑制してノイズを低減
- ハイサイド制御により、高精度に電流を検出して安定した定電流制御を実現

⇒高力率/高効率のシステム構築が可能

応用例:LED照明用ドライバ技術

MOSFETローサイド制御 → MOSFETハイサイド制御



品名:R2A20134SP、R2A20135SP(調光機能付き)

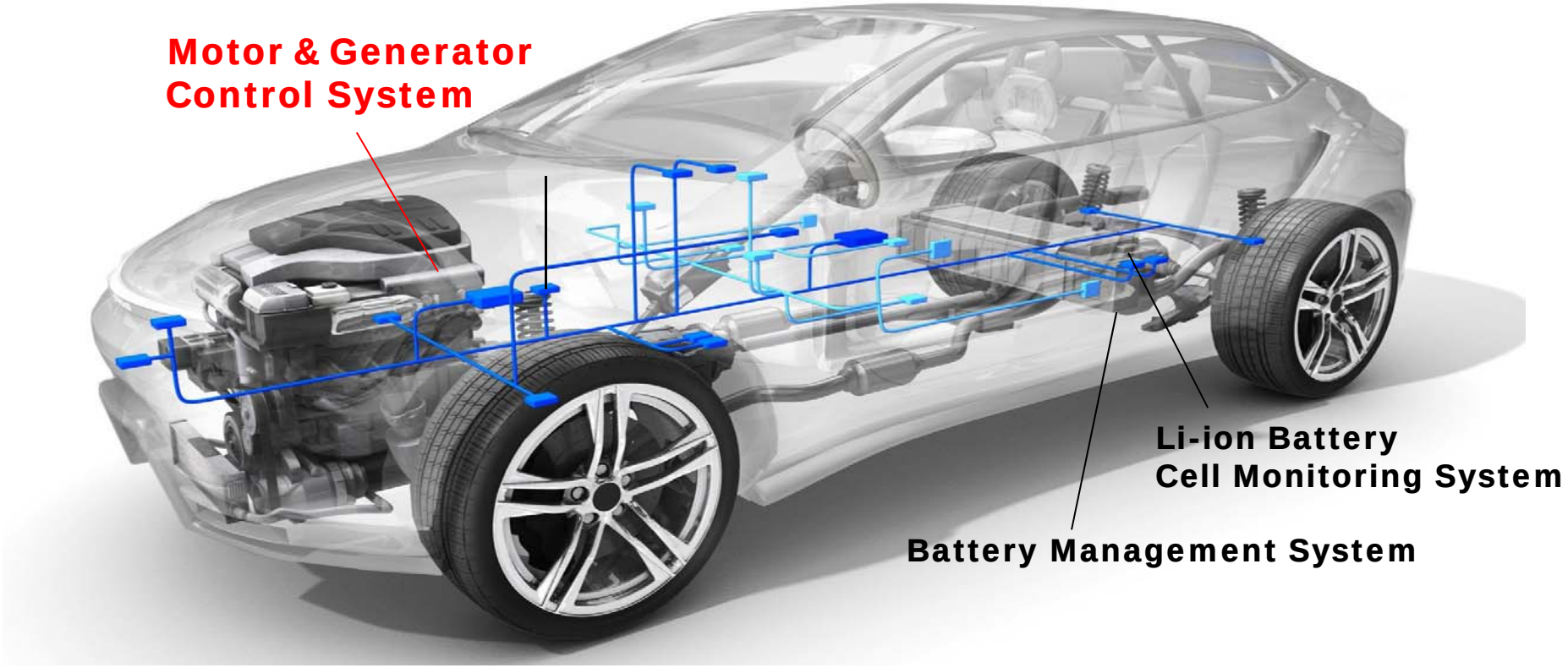
© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

6. 新しい分野の応用例

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

自動車分野への応用-1
HEV/EV向け ～モータ＆ジェネレータ コントロール システム～

- 走行用モータ制御と、モータを発電機(ジェネレータ)とする回生制御を実現
- 低燃費、低CO2排出実現のため、モータ制御、回生制御は日々進歩しており、高性能、高機能のMCUが必要

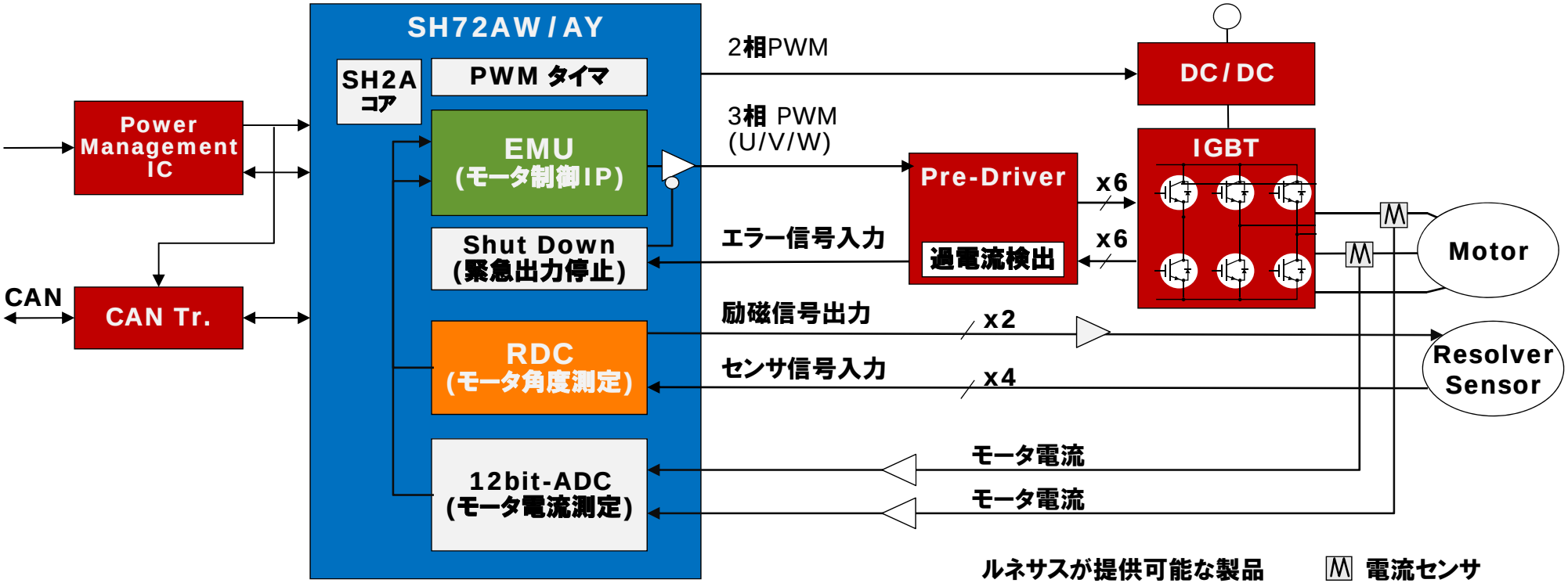


HEV/EV: Hybrid Electric Vehicle/ Electric Vehicle

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

自動車分野への用−2
HEV/EV モータ制御応システム構成例

■ HEV/EV制御に最適な機能を搭載したルネサスマイコンで、システムの性能向上とコスト低減を実現



CAN Tr.: CAN Transceiver
IGBT: Insulated Gate Bipolar Transistor

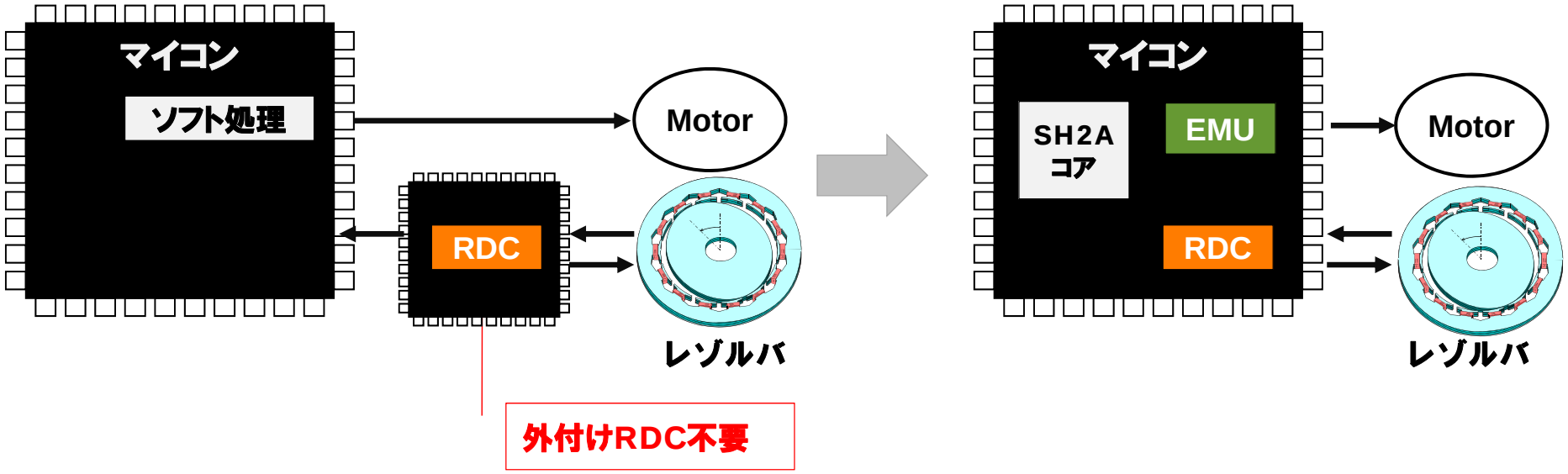
EMU: Enhanced Motor control Unit
RDC: Resolver Digital Converter
ADC: Analog Digital Converter

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

自動車分野への応用-3
レゾルバ/デジタル変換器 (RDC)

- モータ回転角センサ(レゾルバ)からの複雑なアナログ信号を処理する専用IP
- 実績のある多摩川精機殿RDCをルネサス最先端プロセスに移植

・システムの小型化、コスト低減を実現
・耐ノイズ性が向上し、高信頼性、高精度化を実現

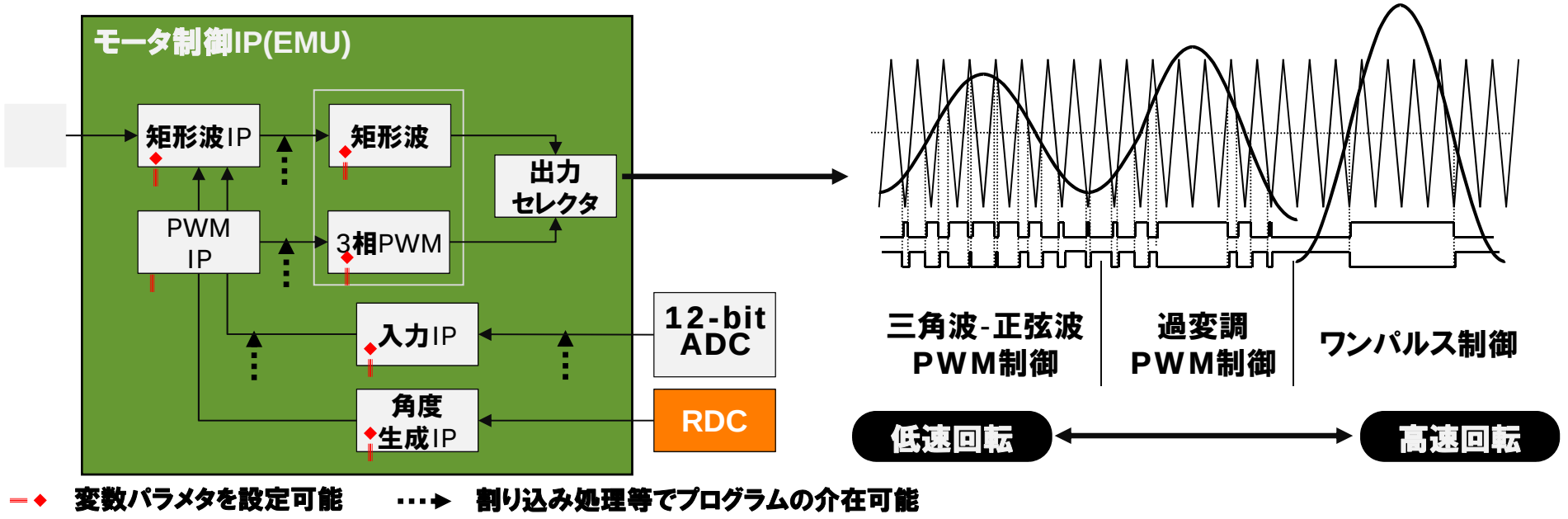


© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

自動車分野への応用-4
モータ制御IP（EMU)

- モータのフィードバック制御を専用ハードウェアで実行、CPU（ソフト）を使用せずにモータ制御が可能
- CPU処理負荷を大幅に軽減し、高速回転を実現

・基本はハードウェア制御であるが、お客さまの仕様に応じて、制御途中でソフト処理の挿入も可能
・変数パラメータの設定で、細かい演算ゲイン等の調整が可能



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

個性適応型筋電義手におけるモータ応用－1
(電気通信大学大学院 情報理工学研究科横井浩史・加藤龍 研究室)

横井 浩史 教授

個性適応型筋電義手とは…

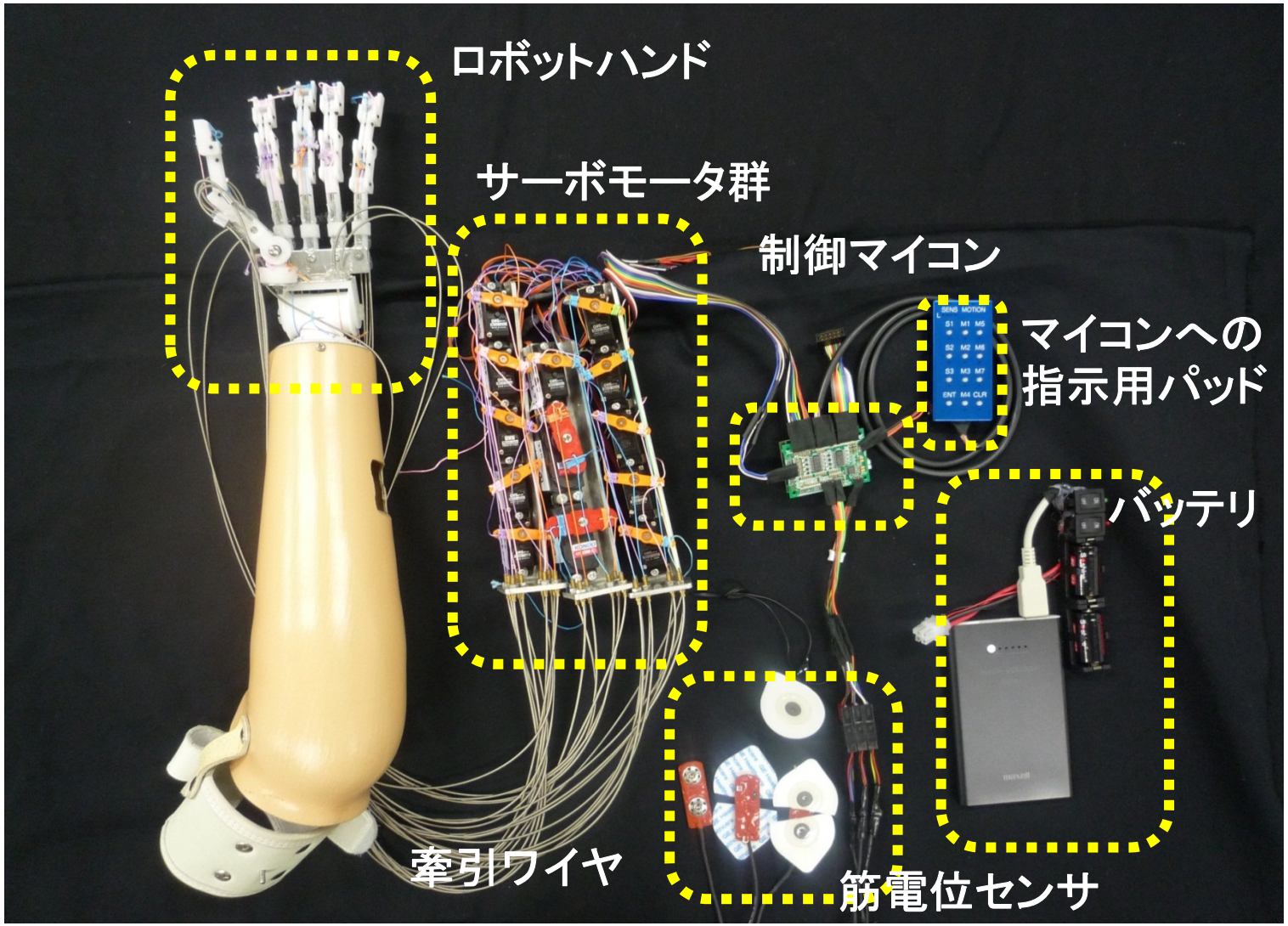
■電気通信大学大学院の
横井浩史・加藤龍研究室で開発を行っている義手です。
皮膚表面上から、筋肉の収縮に応じた電位変化を計測して義手を動かす“筋電義手”に、使用者の特性やその残存機能を分析した制御プログラムを加える事によって、より自然な動きの筋電義手を実現します。

■本日は実物を展示コーナーにご用意しています。

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

個性適応型筋電義手におけるモータ応用－2

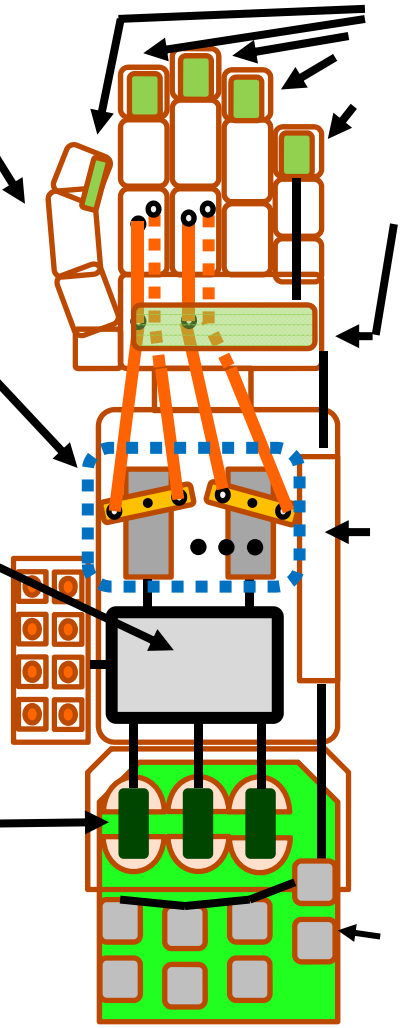
■ システム構成



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

個性適応型筋電義手におけるモータ応用-3

■ システム構成詳細と仕様



ロボットハンド
サーボモータによる
ワイヤ牽引にて駆
動

触覚センサ
指先および掌
の触覚情報を
検知.

サーボモータ群
PWM信号による位置
制御、ワイヤを牽引

電気刺激
生成回路
触覚センサ情
報に応じた電
気刺激波形の
生成

制御マイコン
筋電位から使用
者の意図を推定、
それに従いサーボ
モータ群を制御

筋電位センサ
皮膚表面上から筋
肉の収縮に応じた
電位変化を計測、
フィルタリング

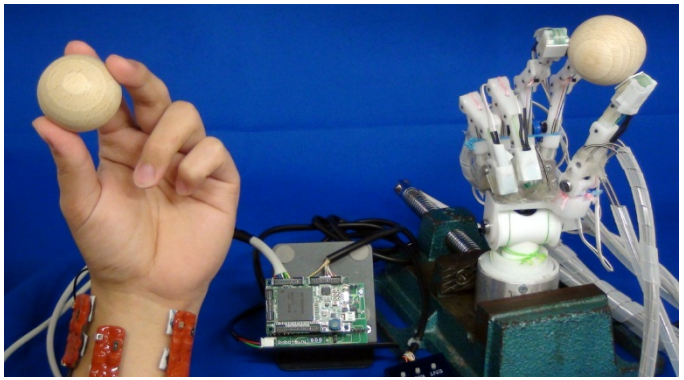
電気刺激
フィードバック
皮膚上に配置した
4電極対に
電気刺激にて感覚
情報を提示

ロボットハンドにおける自由度
・成人　　関節：22　　サーボモータ：13個
・小児幼児　関節：18　サーボモータ：1～5個
制御用マイコン　SH2A-FPU（REK-0001）
・12bit AD変換　　3チャンネル
・50Hz PWM信号　13チャンネル
・筋電識別アルゴリズム（周期：5ms以下）
筋電位センサ
・差動増幅＋周波数フィルタ
・銀塩化銀電極　3対　基準電位　1か所
感覚フィードバック用触覚センサ
・5v,2000Hzの2相性波形
・指先5か所，掌1か所
電気刺激生成回路
・触覚センサにより皮膚4か所を電気刺激

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

個性適応型筋電義手におけるモータ応用－4

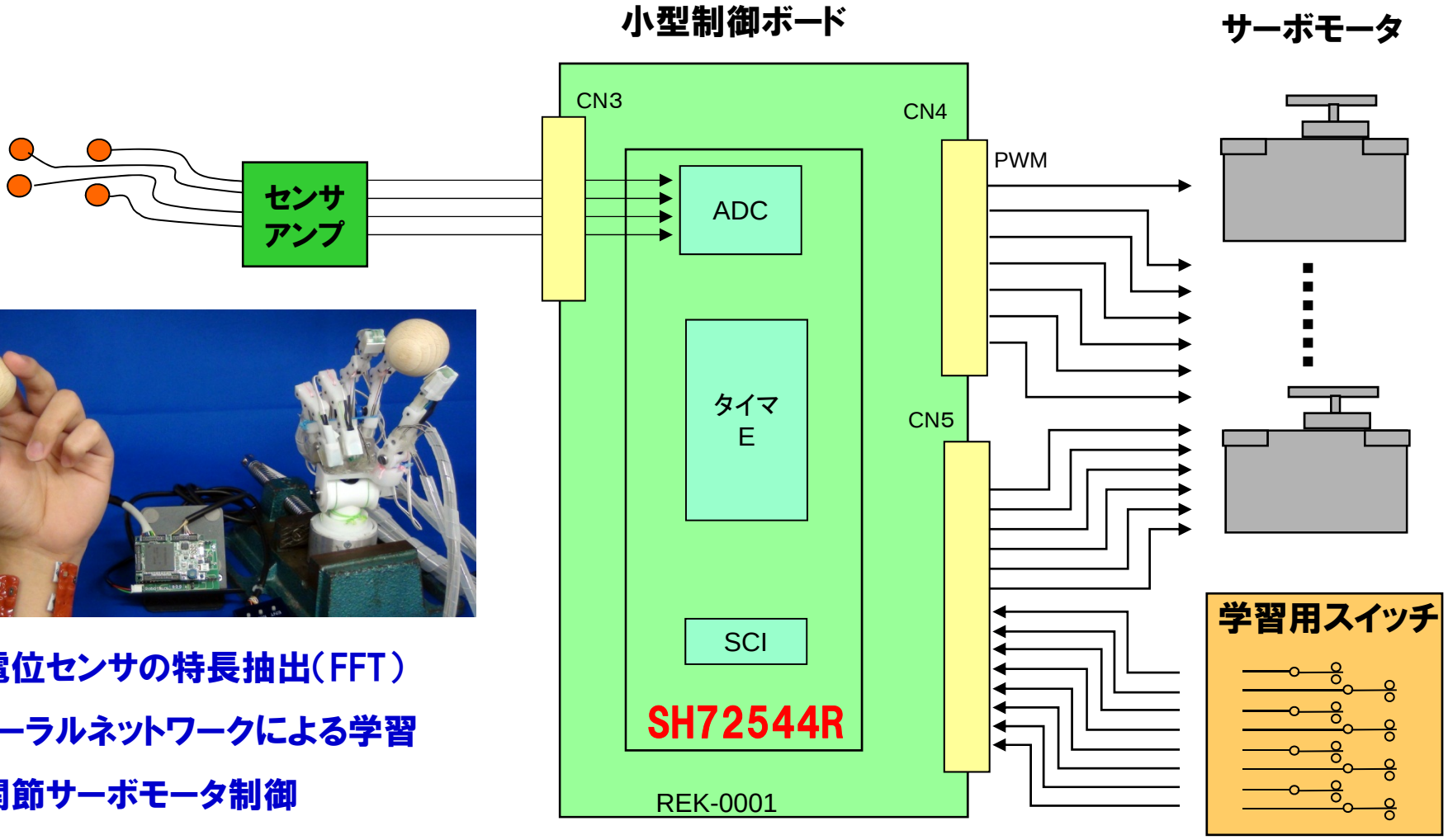
■ システムブロック図



筋電位センサの特長抽出（FFT）

ニューラルネットワークによる学習

指関節サーボモータ制御



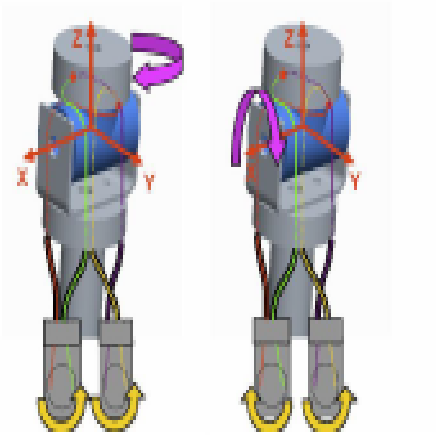
協力：協栄産業株式会社殿ご提供

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

個性適応型筋電義手におけるモータ応用－5
ロボットハンドの駆動機構：干渉駆動機構

■ 重量・体積・バッテリ容量に制約がある中での多自由度ロボットハンドの構築

手首の機構　2自由度に対する干渉駆動機構
- 各自由度に常に2つのアクチュエータが作用

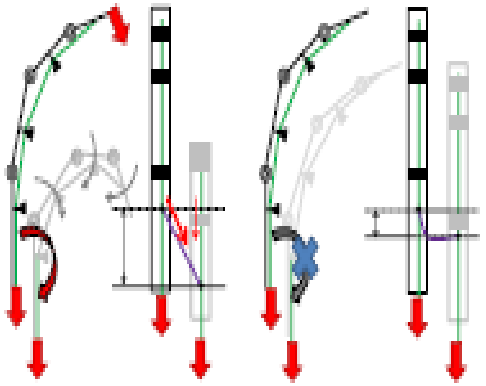


モータを同方向に回転
→ Z軸回りの回転

モータを逆方向に回転
→ X軸回りの回転

独立に制御するよりトルクが2倍になる

指の機構　アクチュエータ駆動力の配分機構
- つまみ動作に使用しない指へのトルクを使用する指に配分



タスクへのトルク配分

トルク配分の有無の切り替え

つまみ動作のときにトルクが増大

多自由度ロボットハンドによる様々な把持形態の実現

Power Grip　Hook Grip　Precision Grip　Lateral Grip

Tripod Grip　Finger Poining　Gesturing

日常生活で必要な様々な把持を実現

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

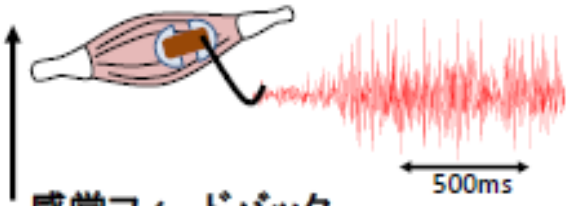
個性適応型筋電義手におけるモータ応用-6
筋電義手の制御アルゴリズム

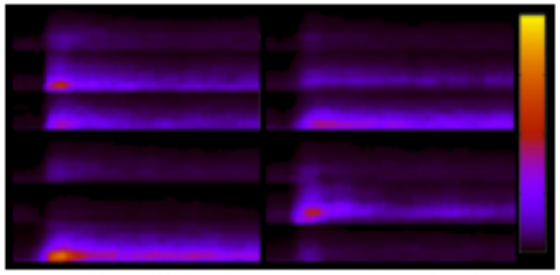
■ 筋電義手の制御アルゴリズム：個性適応型情報処理生体信号からのロボット制御系と義手触覚のフィードバック系構築

筋電位計測
- 銀-塩化銀電極
- 差動増幅＋周波数フィルタ
- 12～16bit，1600Hz AD変換
- 対象筋に対して3チャンネル以上

特徴抽出
- 全波整流＋高速フーリエ変換
- 32次元特徴ベクトルの作成

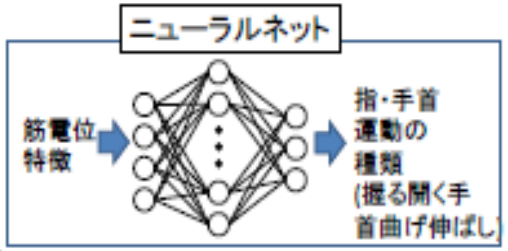
パターン識別
- 三層フィードフォワード型ニューラルネット
- 学習データのオンライン更新による安定性確保
- 習熟度に応じた識別アルゴリズムの構築





1.0[s]

筋電位特徴（パワースペクトラム）の時間変化（4.5sec）
握り（左上），開き（右上），背屈（左下），掌屈（右下）

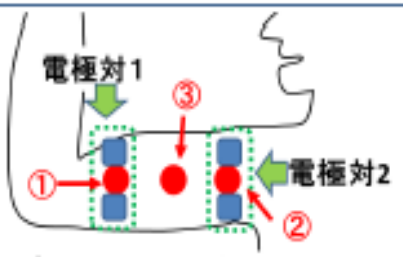


オンラインでの筋電位特徴とニューラルネットワークの更新

感覚フィードバック
- 振動モータ群による振動刺激
- Russian Current波形による電気刺激
- 幻覚を利用した情報量増加

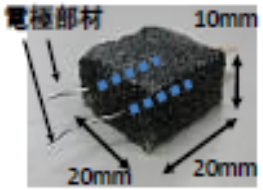
ロボットハンド触覚センサ
- 柔軟な圧力センサの開発
- 指先における滑りの検知

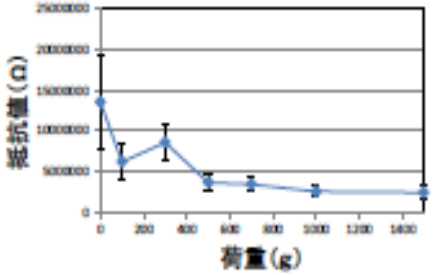
ロボットハンド制御
- 13個のサーボモータのPWM制御
- 各種干渉機構の制御



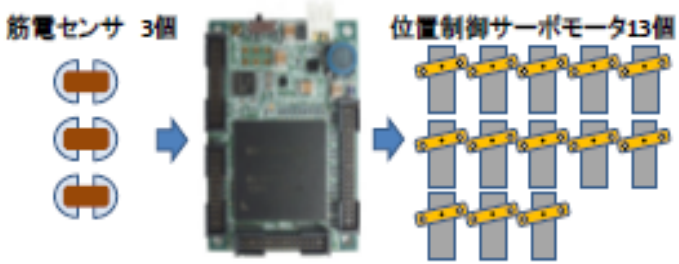
① 電極対1による刺激の知覚位置
② 幻覚による知覚位置
③ 電極対2による刺激の知覚位置

電極対が存在しない位置にも情報を知覚させる（幻覚）ことで情報量が増大





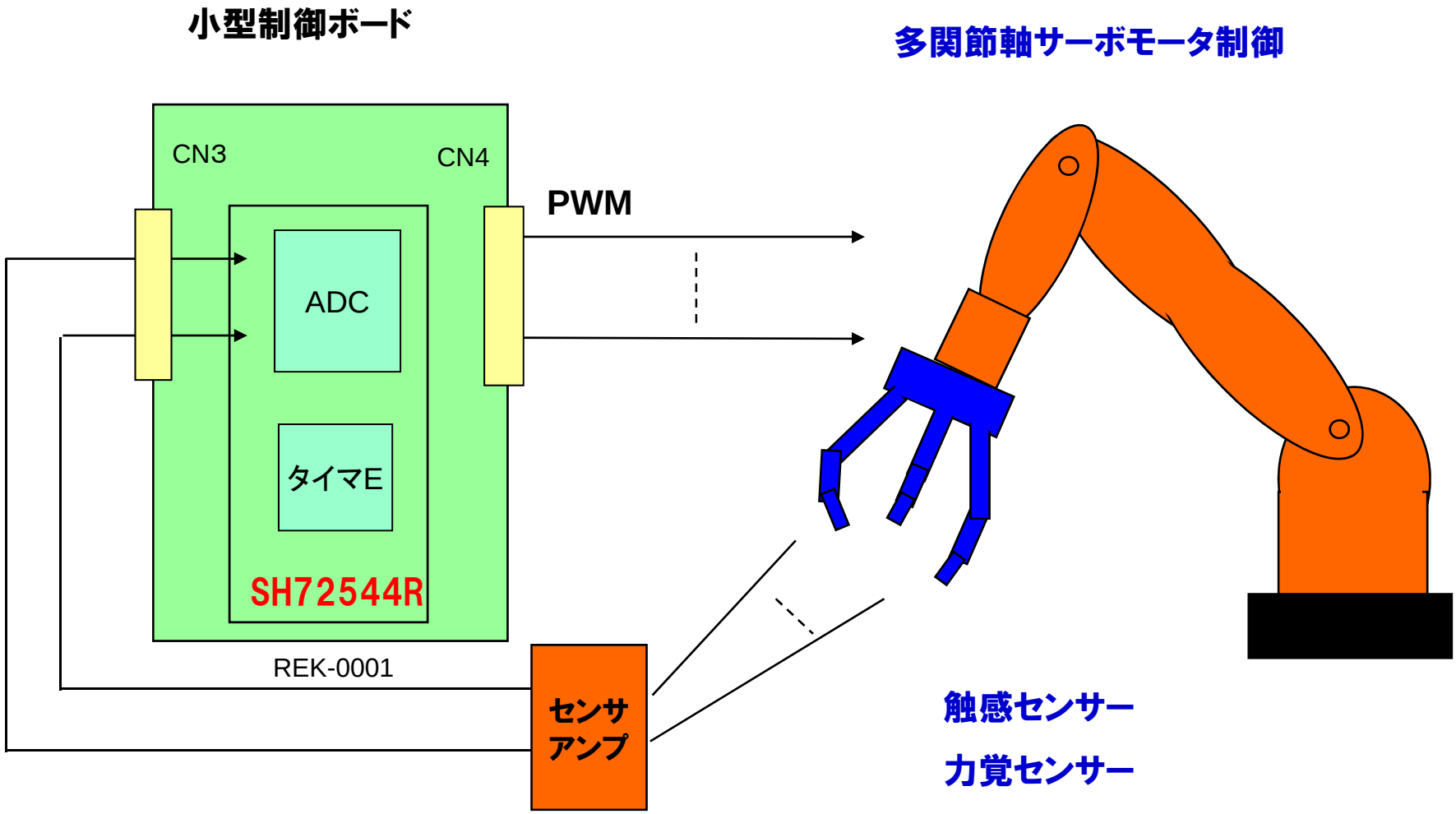
柔軟部材に導電性材料を付加し柔軟な圧力センサを開発



非常に多くのモータの制御と計算負荷の高いアルゴリズムの実行を小型（35㎜×50㎜）マイコン基板にて制御

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

高機能ロボットアームにおけるモータ応用

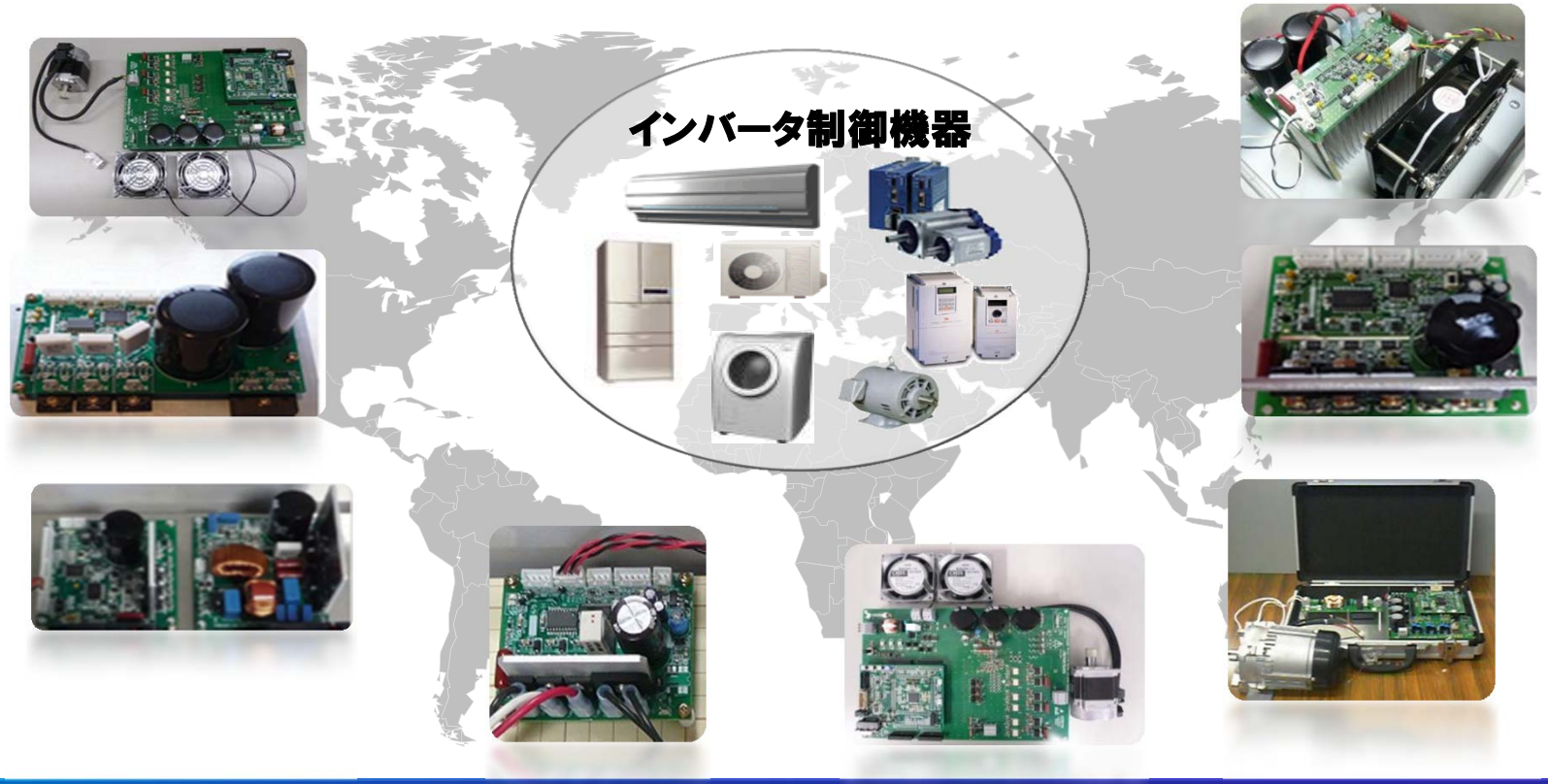


協力：協栄産業株式会社殿ご提供

© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

ご清聴ありがとうございました。

- 世界No．1の実績を持つマイコンとアナログ＆パワーの最適な組み合わせと、システム技術で高性能インバータ制御を実現し、世界のインバータ家電や産業用インバータに対応したソリューションを提供していきます。



© 2013 Renesas Solutions Corp. All rights reserved

株式会社ルネサスソリューションズ

© 2013 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.